

**CARACTERIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE PROCESO DE REQUISITOS DE  
CMMI V1.3 EN EMPRESAS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
BARRANQUILLA**

**DIEGO ANDRES CASTIBLANCO VILLAFANE**

**CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BARRANQUILLA  
2013**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE PROCESO DE REQUISITOS DE  
CMMI V1.3 EN EMPRESAS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
BARRANQUILLA**

**DIEGO ANDRES CASTIBLANCO VILLAFañE**

**Informe de Proyecto de Grado para optar por el título de  
Ingeniero Electrónico.**

**ASESOR  
Rubén Darío Sánchez Dams**

**CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BARRANQUILLA  
2013**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Barranquilla 2 Diciembre, 2013

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de grado primero a mi señor Jesucristo. A mis adorados padres y mis hermosas hermanas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer y darle gracias primero que todo al ingeniero Rubén Darío Sánchez Dams quien fue el que me propuso este proyecto de grado y quien me tuvo gran paciencia al momento de culminar este proyecto a pesar de todos los inconvenientes que tuve. También quiero agradecer al ingeniero Heyder David Páez Logreira por su ayuda y consejos. A ambos muchas gracias por ser mis guías, los considero amigos y he aprendido demasiado de ellos y a desarrollarme a nivel profesional y personal.

A mi familia le agradezco por darme ánimos para continuar, por exhortarme cuando fue necesario y por todo su apoyo que he tenido desde siempre.

A Daniela Calderón por ayudarme cada vez que lo necesite y por sus ánimos.

A mi compañero de proyecto Nazhir Amaya por su apoyo y amistad.

Por ultimo a la familia Sánchez Dams por abrirme las puertas de su hogar para trabajar en el proyecto de grado.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
CONTENIDO .....	6
LISTA DE TABLAS .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE ANEXOS .....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN .....	14
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
2. JUSTIFICACIÓN.....	17
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
4. DELIMITACIONES .....	20
4.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL .....	20
4.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	20
5. MARCO TEÓRICO .....	21
5.1. CALIDAD.....	21
5.2. CONCEPTO DE REQUISITO Y GENERALIDADES.....	23
5.3. INGENIERÍA DE REQUISITOS.....	26
5.4. ANTECEDENTES DE LA APLICACIÓN DE REQUISITOS PARA SOLUCIONES TECNOLÓGICAS .....	31
6. FUENTES E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	62
6.1. FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS PRIMARIOS .....	62

6.2.	FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS SECUNDARIOS.....	62
7.	METODOLOGÍA .....	63
7.1.	MARCO REFERENCIAL; REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	64
7.2.	PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN	64
7.3.	APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN ....	65
7.4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	66
7.5.	PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA PARA GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS.....	67
7.6.	PUBLICACIÓN DE RESULTADOS FINALES .....	67
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	68
8.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	68
8.2.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y CONSOLIDACIÓN DEL PROCESO REALIZADO .....	68
8.3.	SÍNTESIS DE ENCUESTAS Y ENTREVISTA DE LOS PROCEDIMIENTOS POR EMPRESA .....	69
8.4.	LINEAMIENTOS DE UN PROCESO ÁGIL DE HARDWARE PARA LA GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS .....	69
8.5.	SÍNTESIS Y GENERALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO Y GESTIÓN DE REQUISITOS (CMMI V1.3).....	70
8.6.	FORMULACIÓN DE UN PROCESO DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS.....	71
8.7.	DESPLIEGUE DE LA METODOLOGÍA EN UN COMPOSITOR DE PROCESOS .....	72
8.8.	PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS Y DEL PROCESO PLANTEADO (LINEAMIENTOS) .....	73
8.9.	GENERALIDADES DE LAS ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO .....	77

8.10.	SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS .....	79
9.	RESULTADOS .....	100
9.1.	PROCESO HAR'D SNOW .....	100
9.2.	DISCIPLINA DE REQUISITOS .....	108
9.3.	CONSOLIDADO, RELACIÓN DE ACTIVIDADES ARTEFACTOS Y ROLES .....	112
9.4.	APLICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PROCESO DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS EN UN CASO DE ESTUDIO.....	114
10.	CONCLUSIONES .....	122
11.	GLOSARIO .....	124
	BIBLIOGRAFÍA.....	126
	ANEXOS	



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en la Disciplina de Requisitos .....	110
Tabla 2. Términos del modelo del dominio .....	115
Tabla 3. Consolidado de tareas en la Gestión de requisitos .....	175
Tabla 4. Consolidado de tareas en el Desarrollo de requisitos .....	178
Tabla 5. Consolidado Tareas Desarrollo de requisitos, Fase de construcción y puesta a punto. ....	181

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica ortogonal de los requisitos. ....	24
Figura 2. La ingeniería de requisitos como puente entre el espacio del problema y el espacio de la solución. ....	27
Figura 3. Ciclo de vida de la ingeniería de requisitos.....	28
Figura 4. Dimensiones en la ingeniería de requisitos. ....	28
Figura 5. Actividades en la ingeniería de requisitos.....	30
Figura 6. Comunicación en la ingeniería de requisitos. ....	31
Figura 7. Fases del proceso Iconix en donde intervienen los requisitos .....	46
Figura 8. Diagrama de flujo del análisis de requisitos.....	47
Figura 9. Ejemplo de una historia de usuario.....	50
Figura 10. Núcleo del proceso HAR'D Snow. Representación y sinergia entre una iteración, su verificación y la liberación.....	101
Figura 11. Representación de una iteración dentro del proceso HAR'D Snow. ....	102
Figura 12. HAR'D Day .....	103
Figura 13. Ciclo de vida del Proceso HAR'D Snow.....	104
Figura 14. Disciplina de requisitos en la fase de inicio de HAR'D Snow .....	105
Figura 15. Fase de construcción del ciclo de vida del proceso HAR'D Snow.	106
Figura 16. Disciplina de requisitos en la fase de construcción de HAR'D Snow. ....	107
Figura 17. Flujo grama Disciplina de Requisitos en EPF Composer.....	109
Figura 18. Consolidado de las actividades, y sus artefactos y roles participantes en el proceso HAR'D Snow. ....	113
Figura 19. Modelado del dominio del caso de estudio. ....	115

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDADES FIRMADAS.....	130
ANEXO B. INSTRUMENTO APLICADO.....	139
ANEXO C. TABULACIÓN DE RESULTADOS PREGUNTAS CERRADAS....	154
ANEXO D. ANÁLISIS DETALLADO POR EMPRESA .....	159
ANEXO E. SÍNTESIS DE TAREAS DE LAS ÁREAS DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS CMMI V1.3.....	175
ANEXO F. ARCHIVO DIGITAL DEL PROCESO EN EPF COMPOSER .....	183

## RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como finalidad proponer un proceso eficiente para la gestión y desarrollo de los requisitos en proyectos, productos y soluciones tecnológicas que involucran hardware y software. Esta investigación nace de un proyecto de maestría que aborda diferentes disciplinas planteadas en el proceso HAR'D Snow y la cual plantea la manera de desarrollar proyectos tecnológicos que utilicen de forma conjunta software y hardware electrónico. El resultado de esta investigación, permitirá establecer de forma metódica y precisa la captura, interpretación, desarrollo y gestión de los requisitos del cliente para soluciones tecnológicas.

Por otra parte, el proyecto de grado se desarrolló primero realizando un instrumento de caracterización basado en el área de proceso de gestión y desarrollo de requisitos de CMMI-DEV V1.3; y que a su vez fue aplicado a empresas del sector tecnológico de la ciudad de Barranquilla para así determinar las actividades que realizan las empresas objeto de estudio, a la hora de desarrollar sus proyectos. Este instrumento de caracterización consiste en una encuesta de preguntas cerradas que permite la comparación entre empresas y la determinación de las actividades que realizan las empresas para llevar a cabo la fase de requisitos en sus proyectos; y una entrevista de preguntas abiertas que permite la identificación del cómo se realizan tales actividades dentro de la empresa.

Finalmente se realiza un análisis objetivo a los resultados, donde se comparan las empresas con el estado actual de la técnica, se tienen en cuenta mejoras Prácticas encontradas, las posibles mejoras a aplicar, se generó la disciplina de requisitos que apoya el proceso macro HAR'D Snow.

Palabras Claves: HAR'D Snow, Requisitos, Gestion de requisitos, Desarrollo de requisitos, Soluciones Tecnológicas.

## **ABSTRACT**

This degree project is to propose an efficient process for the management and development of requirements in projects, products and technology solutions that involve hardware and software. This research is a Master project that addresses different disciplines proposed in HAR'D Snow process and shows the way to develop technology projects using jointly software and electronic hardware. The result of this research will establish methodically and accurately the capture, interpretation, development and management of customer requirements for technology solutions.

Moreover, the degree project was first developed performing a characterization tool based on the area of process management and development requirements of CMMI-DEV V1.3; and which in turn was applied to technology companies of the city of Barranquilla in order to determine the activities performed by firms under study, when developing their projects. This instrument consists of a characterization survey with closed questions that allows comparison between companies and the determination of the activities performed by firms to carry out the requirements phase in their projects; and an interview with open-ended questions that allow the identification of how such activities are performed within the company.

Finally an objective analysis of the results, where companies with the current state of the art are compared is performed, taking into account best practices found, possible improvements to apply the discipline of requirements that supports the process HAR'D Snow.

**Keywords:** HAR'D Snow, Requirements, Requirements Management, Requirements Development, Technology Solutions.

## INTRODUCCIÓN

La innovación junto con la tecnología y la ciencia, ha adquirido mucha relevancia en Colombia debido a que impulsa y promueve el crecimiento económico, la generación de procesos de investigación, desarrollo e innovación y productividad, especialmente en el sector de la industria<sup>1</sup>, la cual demanda productos y servicios con muchas prestaciones, mejores características (eficiencia, rapidez de respuesta, procesamiento, tamaño, costo, menor impacto ambiental, etc.) y calidad.

A la hora de cumplir lo que la industria demanda, es necesario contar con mecanismos estratégicos, metodologías y procesos de desarrollos interdisciplinarios que permitan asegurar las expectativas de lo que se requiere y la calidad esperada de lo que se ofrece y produce.

Este proyecto de grado trata sobre la caracterización del estado del área de requisitos en empresas dedicadas a realizar proyectos concernientes a la ingeniería electrónica (diseño de hardware, programación de sistemas embebidos, soluciones de automatización mediante sistemas electrónicos y de software). Esta investigación pretende identificar oportunidades de mejora en dicha área para luego mejorarlas a través de la implementación de una metodología de requisitos diseñada en el presente proyecto de grado y así asegurar la calidad de los productos y/o proyectos como también el aseguramiento de lo que realmente se necesita y requiere.

---

<sup>1</sup> CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Conpes, 3582. Bogotá. 2009.

## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en el desarrollo de productos o la ejecución de proyectos tecnológicos, el hardware y el software sufren cambios continuamente casi de manera inevitable tanto en funcionalidad y tamaño; Estos cambios contribuyen a aumentar la complejidad de los sistemas, la posibilidad de cometer errores, el incremento de los costos económicos adicionales y pérdida o desperdicios de tiempo<sup>2</sup>. Por esta razón es indispensable establecer los requisitos del sistema, debido a que estos son uno de los hitos más importantes a la hora de desarrollar los proyectos o productos, ya que su eficiente captura permite plasmar de forma correcta los deseos del cliente y lo que realmente necesita, en cuanto a un sistema tecnológico que ha de ser implementado o un producto hardware requerido.

Sin embargo hoy en día a pesar de que existen procesos de desarrollo como el caso de CMMI (Capability Maturity Model Integration) en dónde se aplica el área de requisitos (gestión y desarrollo de requisitos) con el propósito de producir, analizar, gestionar, definir e identificar inconsistencias en los requisitos a la hora de construir las bases del diseño y ciclo de vida del producto y/o proyecto; dichos procesos han sido desarrollados para ser aplicados para la ingeniería de sistemas, la ingeniería de software y ciencias relacionadas con el software y en la cual se satisfacen de manera adecuada la captura, desarrollo y gestión de los requisitos y las demás fases del proceso donde se involucra el desarrollo de software.

En cambio para las empresas del sector tecnológico que incluye hardware, la mayoría de los problemas que estas obtienen a lo largo de la solución, se debe a que carecen de metodologías, buenas prácticas, referencias y procesos

---

<sup>2</sup> SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004).

adecuados que dirijan y ayuden al entendimiento del problema y a la definición, desarrollo y gestión de las necesidades del cliente. Por consiguiente sin una captura de requisitos no se garantiza una validación de los productos que se van a implementar, lo que causaría errores y malas funcionalidades del producto y/o proyecto.

Por lo dicho surge la siguiente pregunta; ¿De qué manera se puede implementar las áreas de requisitos existentes en la ingeniería de software a empresas de ingeniería electrónica que trabajan en programación de sistemas embebidos, sistemas de automatización y control, sistemas de telecomunicaciones o electrónica en general?



## **2. JUSTIFICACIÓN**

Es imposible predecir el futuro y de igual forma es difícil de prever al inicio de un proyecto todos los posibles escenarios al momento del desarrollo del mismo. Los riesgos siempre existen, con ellos hay que convivir, pero es posible asumir ante ellos posturas que permitan establecer acciones y planes para cuando se presenten ayuden a mitigarlos. Es por esto que para disminuir los riesgos en un proyecto se consideran los requisitos. Estos aplicados en ingeniería y debidamente gestionados y desarrollados, son supremamente importantes ya que son la base del proyecto, y son fundamentales en el ciclo de vida de este, debido a que clarifican lo que el cliente desea y ayudan a establecer lo que realmente necesita.

Sin embargo no basta solo con capturar los requisitos sino también es necesario saber gestionarlos y desarrollarlos de forma adecuada ya que se conoce que un porcentaje mayor al 50% del total de errores en los proyectos se producen en la fase de requisitos y el esfuerzo total del proyecto realizado en esta fase no supera el 20% independientemente del modelo, proceso de desarrollo o metodología utilizado.

Cabe destacar que el estudio de los requisitos es una disciplina y su importancia se refleja en enfoques que generen la gestión y el desarrollo de los mismos permitiendo identificar las actividades adecuadas de ingeniería que den lugar no solo a su cumplimiento sino también a mejoras en los aspectos técnicos del proyecto y en la gestión de personal mediante la asignación de responsabilidades y claridad en la formalización contractual entre el grupo desarrollador y los clientes.

Considerando lo anterior, se dispone a nivel internacional un conjunto de buenas prácticas basadas en la experiencia del desarrollo de innumerables proyectos y productos. Particularmente para el presente trabajo se escoge un modelo de desarrollo basado en estas buenas prácticas; CMMI-DEV v1.3, el

cual posee un área de proceso que describe cómo se desarrollan los requisitos y a su vez como estos se deben gestionar al interior de cada empresa que lo implemente. Es por eso que se hace necesario fundamentar las bases existentes de captura, desarrollo y gestión de requisitos, para fundamentarlas y migrarlas hacia la ingeniería electrónica.

Por consiguiente, este proyecto de grado es realizado para identificar el estado de las áreas de gestión y desarrollo de requisitos en empresas que se dediquen a la producción de artefactos tecnológicos que involucran hardware y software en la ciudad de Barranquilla. Además éste contribuye junto con una serie de proyectos de investigación de la Universidad de la Costa al programa titulado “Soluciones tecnológicas productivas” realizado por el grupo de investigación GIACUC, de este se desprende la línea de investigación encargada de generar soluciones productivas, con lo que se pretende establecer las mejores prácticas para el desarrollo eficiente de soluciones tecnológicas a diversos sectores productivos que involucren el desarrollo conjunto de software y hardware. Todo esto se pretende mediante la migración o utilización de técnicas propuestas en la Ingeniería del software en temáticas aplicables al desarrollo de hardware y en general a la profesión de ingeniería electrónica, basándose en que ambas profesiones son hermanas compartiendo un origen común.

En esta línea se han desarrollado los siguientes proyectos de investigación: “Proceso de Desarrollo de Hardware de la Empresa BERMIT Ltda.”, y “Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla”. Además el presente trabajo alimenta al proyecto de maestría “Procesos de Desarrollo de Sistemas Embebidos Desde una Perspectiva Integrada entre el Hardware y Software”, del cual se deriva un trabajo de un joven investigador titulado “Metodología de producción de sistemas electrónicos como síntesis de los procesos de desarrollo de empresas del sector tecnológico de la ciudad de Barranquilla”.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar procedimientos eficientes de gestión y desarrollo de requisitos en el ciclo de vida de proyectos electrónicos y de computación, para empresas de Barranquilla.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un instrumento de caracterización de las áreas de gestión y desarrollo de requisitos a partir del estándar CMMI v 1.3
- Caracterizar los procesos de requisitos en empresas del sector tecnológico de Barranquilla y en el estado actual de la técnica.
- Sintetizar procedimientos de requisitos para el aseguramiento de la calidad en el desarrollo de productos tecnológicos de electrónica y computación.

## **4. DELIMITACIONES**

El siguiente proyecto de grado concentra su desarrollo en el área de gestión y desarrollo de requisitos para empresas del sector tecnológico en la ciudad de Barranquilla, especialmente las empresas Bermit Ltda, Intelpro S.A, Indutronica del caribe, Viatrans del caribe, Biolnge y un investigador de la Universidad de la Costa. Estas empresas llevan años de experiencia realizando proyectos y/o productos tecnológicos, en la cual para desarrollarlos tienen su propia manera y forma de trabajo en cuanto al área de requisitos (gestión y desarrollo) se refiere. Adicionalmente se contará con la participación del personal de cada empresa que trabaja directamente en la ejecución de un proyecto y/o producto.

### **4.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Este proyecto fue desarrollado en el periodo correspondiente al segundo semestre del año 2012 y el primer semestre del año 2013.

### **4.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente proyecto ha sido desarrollado en la ciudad de Barranquilla, lugar donde funcionan y desempeñan sus actividades las empresas que han sido objeto de estudio para la investigación, así mismo, la Universidad de la Costa CUC, la cual es el eje central de la gestión del proyecto, revisión, corrección y procesamiento de la información.

## 5. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de esta sección consta de la descripción de los temas que son concernientes a este proyecto de grado. Primero se comienza por definir el concepto de calidad con el objetivo de relacionar este concepto con la aplicación en el desarrollo de tecnología. Luego se procede con la definición del concepto de requisitos y su aplicación tanto en la ingeniería de requisitos como en la relación con la calidad. Por último se describió los procesos de desarrollo que incluyen la aplicación de los requisitos dentro de sus actividades y que a su vez están agrupados en la categorización por enfoques que plantea Ivar Jacobson.

### 5.1. CALIDAD

¿Qué es calidad? y ¿Cómo se entiende dentro de un proceso, proyecto o producto? A continuación se muestran algunas definiciones del término con base a diferentes fuentes:

- La norma ISO 8402<sup>3</sup> la define como el “Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas.”
- R.S.Pressman lo define como la “Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente”<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION), ISO 8402 1994 Gestión Y Garantía de la Calidad. 1994.

<sup>4</sup> PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, un enfoque práctico, Quinta Edición. España: McGraw-Hill Companies, 1988.

- Para Juran la “Calidad es la idoneidad de uso. Es decir, las características del producto que satisfacen las necesidades del cliente y, por tanto, producen satisfacción de producto. La calidad es la inexistencia de deficiencias”<sup>5</sup>
- La ISO 9000: 2000 define como el “Nivel al que una serie de características inherentes satisfacen los requisitos”<sup>6</sup>
- CMMI la define como “La capacidad de un conjunto de características inherentes de un producto, o componente del producto, o proceso, de satisfacer por completo los requisitos del cliente”<sup>7</sup>
- La R.A.E. (Real academia de lengua española) 2011, lo define como la "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor"

A partir de estas definiciones y para el contexto presente en este proyecto se puede definir la calidad como: La existencia de características sobre un producto que permiten la satisfacción de las necesidades o requisitos del cliente. Por consiguiente para entender la situación actual de la calidad en productos de software y hardware, se hace necesario relatar la evolución de la calidad junto a las metodologías y teorías sobre su aplicación en procesos industriales generales para luego llegar a la aplicación en sistemas de software.

---

<sup>5</sup> MIRANDA GÓNZALEZ, Francisco J., CHAMORRO MERA Antonio, RUBIO LACOBIA Sergio. Introducción a la gestión de la calidad. Primera Edición. Madrid: Delta, 2007.

<sup>6</sup> ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). ISO 9000 – Quality Management. 12 de Enero de 2012. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso\\_9000.html](http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.html).

<sup>7</sup> SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. CMMIv1.3-ACQ Compare. 29 de Septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/tools/cmmiv1-3/upload/ACQ-AppD-compare.pdf>.

En efecto en los procesos productivos se ha trabajado con estrategias, prácticas, teorías y estándares de calidad para asegurar que los productos generados cumplan con las expectativas de los clientes, buscando siempre alcanzar el mayor grado de calidad posible. Así el desarrollo de productos tecnológicos puede ser visualizado como un proceso similar a la creación de productos o bienes de consumo desde el sector industrial; los productos siguen siendo ofrecidos por las empresas y entidades, y consumidos por los clientes que los demandan, existen necesidades requeridas por los clientes esperando que se satisfagan; el cliente también busca tener una experiencia agradable durante y con la adquisición del producto y espera un comportamiento predecible en el producto de acuerdo a la funcionalidad ofrecida.

## **5.2. CONCEPTO DE REQUISITO Y GENERALIDADES**

Según la RAE (Real Academia Española), los requisitos son una circunstancia o condición necesaria para algo. Desde un enfoque más técnico un requisito es una propiedad que un sistema debería tener para garantizar el éxito en el entorno en que será usado. En otras palabras un requisito es generado a partir de la demanda que tiene un producto o proyecto o porque el cliente expresa que el requisito debe ser parte del producto o proyecto desarrollado.

Aunque entender el concepto de requisito no genera ninguna dificultad, existe una gran cantidad de calificativos que se aplican al término de requisitos como por ejemplo: requisitos de sistema, de hardware, software, de usuario, funcional y no funcional, etc. Estos términos aplicados a los requisitos pueden al comienzo tornarse confuso, pero a través del dimensionamiento ortogonal de los requisitos, estos son clarificados y divididos con el objetivo de comprender

de mejor manera los tipos de requisitos.<sup>8</sup> A continuación en la figura se muestra la gráfica ortogonal de los requisitos.

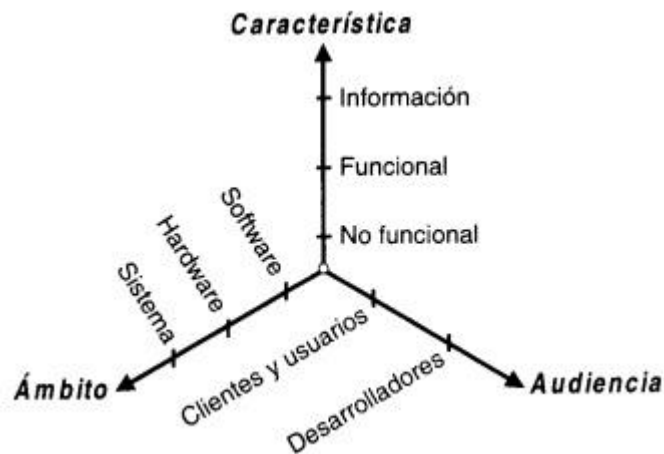


Figura 1. Gráfica ortogonal de los requisitos<sup>9</sup>.

### 5.2.1. Dimensiones de los requisitos

En la gráfica se puede observar cómo se clasifican los requisitos según su propósito:

**Ámbito:** Esta dimensión indica en que entorno se debe comprender el requisito. Por lo general cuando un ámbito es de sistema, este indica que el requisito debe cumplirse al nivel de sistema (Hardware y Software). En cambio si el requisito es de software, este sólo se refiere y afecta la parte software de un sistema. Por último si el ámbito del requisito es de hardware, este se refiere y sólo afecta a la parte hardware del sistema. En el caso en que en el sistema

---

<sup>8</sup> DURÁN TORO, Amador. Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información. Universidad de Sevilla. Sevilla, Mayo de 2000. 12 p.

<sup>9</sup> DURÁN TORO, Amador. Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información. Universidad de Sevilla. Sevilla, Mayo de 2000. 13 p.



la parte hardware es mínimo o es nula, los requisitos del sistema y del software coinciden.

**Característica:** Indica la naturaleza de la característica del sistema requerido. En esta dimensión la característica del requisito se especifica en requisitos funcionales y no funcionales.

Los requisitos funcionales describen lo que el sistema debe hacer o las funciones que debe ejecutar. A partir de estos requisitos se desarrolla el sistema requerido y el detalle de las entradas, salidas, alcances y funcionalidades del sistema.

Los requisitos no funcionales hacen mención a otras características del sistema. Estos requisitos no hacen referencia explícita sobre las funcionalidades del sistema, sino a características emergentes del sistema como por ejemplo la fiabilidad, el tiempo de respuesta, el tamaño, etc. Es decir estos requisitos son las cualidades que debe tener el sistema y además hacen que el sistema se vuelva atractivo, útil, fiable, seguro, etc. Normalmente estos requisitos son definidos después de haber definido los requisitos funcionales.

**Audiencia:** Esta dimensión hace referencia al personal al que se le va ser dirigido el requisito. El personal está constituido por los clientes, usuarios y desarrolladores<sup>10</sup>.

### **5.2.2. Propiedades deseables de los requisitos**

---

<sup>10</sup> SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004). 5 p.

Los requisitos deben tener ciertas propiedades que deben ser consideradas a la hora de definir y especificar un requisito. Las propiedades más importantes son las mencionadas a continuación:

- Entendibles por clientes, usuarios y desarrolladores
- Correcta o representativa de alguna propiedad requerida por el sistema a desarrollar
- No ambigua
- Completa o representada a través del punto de vista externo o caja negra
- Consistente o no contener conflictos entre los propios requisitos ni con otros documentos de orden superior
- Definido en forma medible y verificable
- Modificable o redactado de forma fácil, completa y consistente en la realización de cambios
- Rastreable o referenciado hacia la fase siguiente o hacia la fase anterior en el proceso de desarrollo.
- Anotado con importancia y estabilidad
- Estar descrito con independencia al diseño y la implementación.

### **5.3. INGENIERÍA DE REQUISITOS**

Luego de haber definido el concepto de requisito y sus aspectos básicos, se procede a explicar la rama encargada de desarrollar, gestionar y aplicar los requisitos en los proyectos y productos: La IR (Ingeniería de Requisitos).

La ingeniería de requisitos tiene varias definiciones mundialmente aceptadas. Una definición concreta de la IR es la que sigue a continuación. La ingeniería de requisitos es todo el proceso relacionado con las siguientes actividades:”(a) identificación y documentación de las necesidades de clientes y usuarios. (b) creación de un documento que describe la conducta externa y las restricciones asociadas (de un sistema) que satisfecerá dichas necesidades. (c) análisis y

validación del documento de requisitos para asegurar consistencia, compleción y viabilidad. (d) Evolución de las necesidades”.

La ingeniería de requisitos es una disciplina que tiene como finalidad capturar los requisitos del sistema requerido a cierto nivel de abstracción y cumpliendo ciertas características, haciendo un puente (figura) entre el dominio o espacio del problema y el dominio o espacio de la solución.

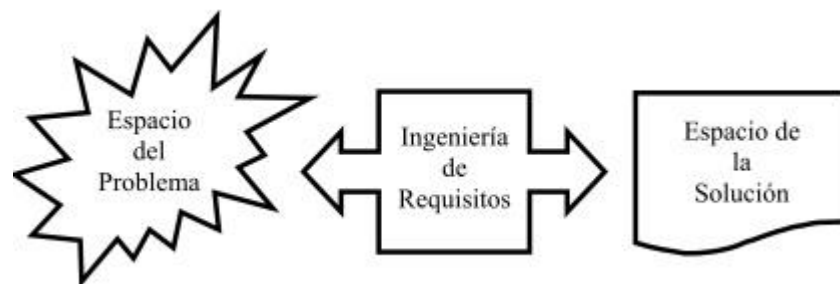


Figura 2. La ingeniería de requisitos como puente entre el espacio del problema y el espacio de la solución<sup>11</sup>.

Desde un punto de vista menos técnico la IR tiene un aspecto muy importante: la comunicación. Esta característica permite que el proceso de captura, desarrollo y gestión de requisitos, sea más complejo debido al factor humano que interviene, ya que este factor es el responsable de que la IR no sólo tenga aspectos técnicos, sino aspectos sociales y culturales.

La necesidad de aplicar ingeniería de requisitos en el desarrollo de productos o proyectos es esencial para obtener productos o proyectos con calidad. Su situación dentro del ciclo de vida de un proyecto se puede observar en la figura,

---

<sup>11</sup> SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004). 2 p.

aunque debe tenerse en cuenta que la ingeniería de requisitos está presente durante todo el proceso de desarrollo<sup>12</sup>.

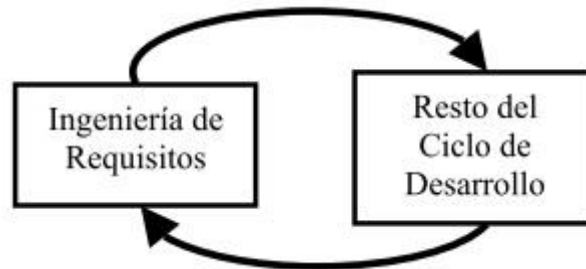


Figura 3. Ciclo de vida de la ingeniería de requisitos<sup>13</sup>.

### 5.3.1. Dimensiones de la ingeniería de requisitos

En la figura, se puede observar las tres dimensiones que comprende la ingeniería de requisitos y cómo éste determina y muestra el avance del proceso desde especificaciones incompletas, informales e individuales hacia unos requisitos especificados de forma completa, formal y acordada entre todos los participantes e interesados.

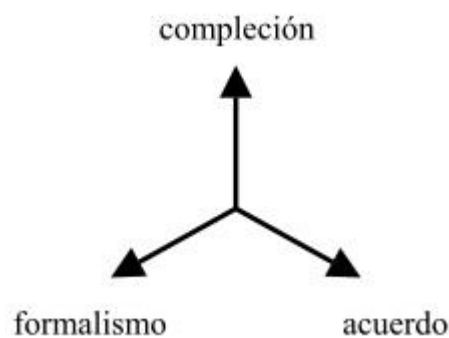


Figura 4. Dimensiones en la ingeniería de requisitos<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> BERNÁRDEZ JIMÉNEZ, Beatriz. Una Aproximación Empírica al Desarrollo de Heurísticas basadas en Métricas para Verificación de Requisitos. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2004

<sup>13</sup> SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004). 3 p.

- El grado de compleción abarca el conocimiento que sobre el sistema a desarrollar, en otras palabras, este grado permite el llegar a conocer la totalidad de los requisitos necesarios para satisfacer el sistema. El estado de esta dimensión son: vaga, media y completa.
- El grado de formalismo representa el conocimiento que se tiene de los requisitos. Pueden ser: informal, semiformal y formal. Cabe aclarar que un alto grado de formalismo, no quiere decir que hay un mayor conocimiento del requisito.
- El grado de acuerdo, se refiere al punto en el cual los interesados, desarrolladores, usuarios o clientes llegan a un acuerdo a través de una negociación que puede ser: personal y grupal.

### **5.3.2. Características de la ingeniería de requisitos**

Diversos procesos de desarrollo y metodologías que aplican la IR están de acuerdo con las siguientes características y las cuáles se enuncian a continuación:

- La ingeniería de requisitos es un proceso iterativo, ya que al ser un proceso de descubrimiento y comunicación, difícilmente llegará a realizarse de forma lineal.
- Los requisitos no siempre son entregados en su totalidad por los clientes y usuarios, así que los ingenieros de requisitos también deben saber descubrirlos.
- Los límites de las actividades de IR son difíciles de establecer por la misma naturaleza del proceso.

---

<sup>14</sup> SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004). 4 p.

- No hay claridad ni consenso en cuanto a los productos que se deben tener al final del flujo de trabajo.
- Los requisitos pueden evolucionar tan rápidamente que pueden cambiar antes de haber concluido el desarrollo del sistema<sup>15</sup>.

### 5.3.3. Actividades en la ingeniería de requisitos

Dentro de los movimientos más relevantes en donde se aplica IR, se ha identificado la necesidad de responder como parte del ciclo de vida del proyecto o producto, el modelado de los procesos de negocio y la interoperabilidad entre sistemas.

La ingeniería de requisitos consta de ciertas actividades que suplen las necesidades anteriormente dichas. Estas actividades se pueden observar en la figura.

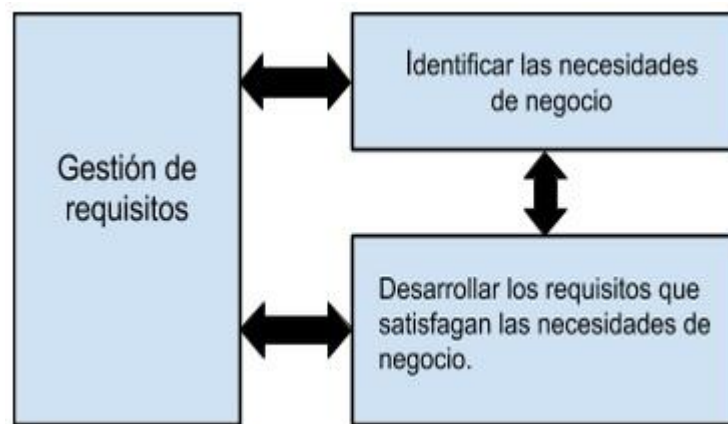


Figura 5. Actividades en la ingeniería de requisitos<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> GOGUEN, J. Requirements Engineering as the Reconciliation of Social and Technical Issues. Academic Press. 1994.

<sup>16</sup> TORRES DE PAZ, Rosa María. El Proceso de Ingeniería de Requisitos en el Ciclo Global del Software. Universidad de Sevilla. Sevilla, Septiembre de 2010. 9 p.

### 5.3.4. Problemas de comunicación en la ingeniería de requisitos

Al momento de ejecutar el proceso de elaboración de una propuesta comercial que contenga la solución de la necesidad del cliente, la aceptación y la verificación de dicha solución por parte del cliente depende del entendimiento que obtiene el ingeniero de IR del contexto en el cual surge y las expectativas de los usuarios. A su vez los usuarios deben entender y validar la propuesta antes del desarrollo del sistema. Por lo general los usuarios potenciales del sistema son muchas veces de profesiones diferentes, diversas y con notorias diferencias a nivel formativo y a nivel de expectativas en relación a las funcionalidades del sistema que debe soportar y la cual los ingenieros de IR deben saber entender y finalmente los desarrolladores saber diseñar e implementar<sup>17</sup>.



Figura 6. Comunicación en la ingeniería de requisitos<sup>18</sup>.

### 5.4. ANTECEDENTES DE LA APLICACIÓN DE REQUISITOS PARA SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

---

<sup>17</sup> DÍEZ, A. IRQA y el Desarrollo de Proyectos: Experiencias Prácticas. Jornadas de Ingeniería de Requisitos Aplicada. Sevilla, España, 2001.

<sup>18</sup> SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004). 4 p.

La aplicación de los requisitos en la ingeniería de software se ha desarrollado con el objetivo de entregar productos software fiables y de calidad. El enfoque para el análisis de requisitos fue desafiado en los 80, debido a que anteriormente esta disciplina era una competencia del análisis del sistema. Entre tanto dicho desafío del análisis de requisitos consistió en su evolución desde el fraccionamiento del sistema en pequeños bloques hasta la inclusión del cliente a través de reuniones, lluvia de ideas, etc. y la respectiva gestión y desarrollo de los requisitos del cliente capturados en dichas reuniones y lluvias de ideas.

Por otra parte según la caracterización por enfoques de Ivar Jacobson, se pueden encontrar procesos y metodologías de desarrollo que aplican la gestión y el desarrollo de requisitos. El primer enfoque que es el de la industria del software, la cual parte de la necesidad de organización y dirección que requiere un proyecto de software para liderar al equipo de trabajo, incluye el proceso RUP y este a su vez incluye la disciplina de requisitos dentro de su proceso. El segundo enfoque (desarrollo del aseguramiento de la calidad) parte de la necesidad de garantizar la satisfacción del cliente, los dueños del producto, los dueños del desarrollo y todos los demás participantes o interesados en el proyecto. En este enfoque está incluido CMMI (Capability Maturity Model Integration) y dentro de CMMI el área de proceso de requisitos (gestión y desarrollo) la cual tiene gran protagonismo en el desarrollo de este proyecto de grado. El tercer enfoque (desarrollo desde el movimiento ágil), nace en los 90 como antítesis a los dos enfoques anteriores, presentando la reducción de la extensión, complejidad y documentación de los procesos como una necesidad para aquellas empresas que deseaban aplicar un proceso de desarrollo de forma práctica y rápida. Dentro de este enfoque está Iconix y programación extrema como los procesos más representativos que incluyen la aplicación de los requisitos. Por último está el cuarto enfoque (reformulación de la ingeniería del software), la cual es un enfoque nuevo introducido a través del surgimiento de SEMAT y su desarrollo basados en prácticas y los casos de uso 2.0 basados en las rebanadas o slices de los casos de uso.



A continuación se describe las metodologías y procesos de desarrollo de software más relevantes y explicados de forma cronológica (según su explicación por enfoques); y en las que la aplicación de requisitos forma parte esencial a la hora de capturar y plasmar las necesidades del cliente. Estas metodologías son las siguientes:

#### **5.4.1. RUP - Desde un enfoque de la industria del software**

RUP o Proceso Unificado de Rational surge desde el enfoque de la industria del software, este parte de la necesidad de organización y dirección que requiere un proyecto de software para liderar al equipo de trabajo. Al conjunto de directrices que brindan solución a esta necesidad se le denomina “Proceso de desarrollo de software”.

Conceptualmente, un proceso define “quién está haciendo qué, cuándo y cómo” para lograr los objetivos del proyecto. Para ser efectivo un proceso debe contar con las directrices adecuadas que orienten y enfoquen al equipo de trabajo hacia el desarrollo de un producto de calidad. Por lo tanto, también debe colaborar a la reducción del riesgo y hacer el proyecto más predecible.

Siendo crítica la necesidad de un proceso de desarrollo en la industria del software, a lo largo de la historia de la industria del software, diferentes corrientes y organizaciones han diseñado metodologías y procesos para el desarrollo de productos software, algunas fuertemente influenciadas de muchas otras, por lo cual son robustas, amplias y complejas, como es el caso de RUP o Proceso Unificado de Rational (RUP).

El método unificado de rational aporta a este proceso la categorización en una disciplina de requisitos, sin embargo, para entender mejor sus características, se hace necesario realizar una introducción a las bases y orígenes del método iniciando con el método de ericsson hasta llegar a RUP.

## **El método de Ericsson**

Se considera que el método de Ericsson surge satisfactoriamente para el año 1967 aproximadamente. En este método se parte del más bajo nivel y se modelaba el sistema en pequeños bloques para luego ser unidos y así generar subsistemas de más alto nivel. Para definir cada bloque se realiza un estudio de “casos de negocios” el cual permite asignar responsabilidades a cada bloque. Posteriormente cada bloque es modelado mediante un conjunto de diagramas estáticos y se representan las interfaces entre estos.

El método Ericsson definía productos de trabajo como resultado a las actividades propuestas, el primero de ellos era una descripción de la arquitectura del software. Además para cada caso de negocio se desarrollaban diagramas de secuencia o de colaboración que exponen la interacción entre los bloques y su funcionamiento general para cumplir con el objetivo del negocio.

El éxito del método Ericsson radicó en el diseño de bloques con interfaces bien definidas, lo que permite crear nuevas configuraciones del sistema intercambiando un bloque por otro que tuviese las mismas interfaces. Como beneficio adicional, cada bloque corresponde a un componente de código fuente capaz de ser compilado e instalado, incluso sobre la marcha, uno a uno.

## **El proceso Objectory**

Ivar Jacobson, quien apoyó la elaboración del método Ericsson, desarrolló junto a un grupo de colaboradores un proceso denominado Objectory, haciendo alusión al término “fábrica de objetos” en inglés (Object Factory). En este proceso surge el término “caso de uso” equivalente a los casos de negocio del

método Ericsson, dotados ahora de una técnica de representación y un campo de aplicaciones mayor<sup>19</sup>.

También se establecieron una serie de modelos para representar el proyecto: requisitos-casos de uso, análisis, diseño, implementación y prueba. Cada modelo correspondiente a una vista del sistema desarrollado, capaz de ser relacionados unos con otros para realizar seguimientos de las características del sistema de un modelo a otro.

Por consiguiente una de las características que propiciaron el éxito de Objectory fue que el propio producto fue considerado un sistema. Además, el describir el proceso como un producto permitió facilitar el desarrollo del mismo, elaboración de nuevas versiones y ajustarlo o personalizarlo a las necesidades de diferentes industrias del software. Esta característica lo hizo único en su momento.

## **El Proceso Unificado de Rational**

A finales de 1995 Objectory fue comprado por Rational Software Corporation, por lo cual se hizo necesario unificar las metodologías empleadas en ambas organizaciones. Actualmente las características más relevantes del método de Rational son quizás su énfasis en la arquitectura y su enfoque de desarrollo iterativo.

Rational fue alimentado no sólo por las prácticas adquiridas de Objectory sino también por las definidas por su propio equipo de trabajo. Una de las personas citadas como colaborador es Philippe B. Kruchte. En sus artículos, Kurchte expone algunas ideas de la filosofía de Rational, por ejemplo, las múltiples vistas de la arquitectura, necesarias para describir el proyecto desde diferentes

---

<sup>19</sup> BURGUESS, A. Rational Acquires Objectory, Uniting OO Methodologies. 10 Junio de 2008. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=476297>

enfoques y para diferentes interesados, además de estructurarlo de forma que fuese posible implementar esta arquitectura iterativamente.

El desarrollo iterativo de Rational se sostenía sobre cuatro fases aplicadas en la ejecución del proyecto, las cuales permiten estructurar mejor las iteraciones de desarrollo:

- Comienzo
- Elaboración
- Construcción
- Transición

Para 1997, Rational ya había absorbido las mejores prácticas de Objectory, el resultado fue una definición más avanzada y exacta de la arquitectura, mediante vistas o modelos, la especificación del desarrollo iterativo y el inicio del Lenguaje de Modelado Unificado. Este proceso resultante se conoció como Proceso Objectory de Rational o ROP por sus siglas en inglés.

Durante estos años Rational compró y se fusionó a otras empresas, así el proceso fue ampliándose y perfeccionándose. Algunos de los aportes más significativos fueron la gestión de requisitos, la ejecución de pruebas de rendimiento y de carga, la gestión de configuración y la ingeniería de datos.

Para 1998 el proceso Objectory de Rational ya había evolucionado tanto que soportaba el ciclo de vida completo de un proyecto de desarrollo de software y en este año publicó la nueva versión del proceso, denominado Proceso Unificado de Rational, comúnmente conocido como RUP por sus siglas en inglés.

RUP es un proceso con tres características principales: es dirigido por casos de uso, es centrado en arquitectura y es iterativo e incremental. RUP busca dar respuesta a los problemas y dificultades que afrontan los equipos de desarrollo de software para coordinar las actividades que implican un gran proyecto de software, proporcionando una guía para ordenar las actividades, dirigir las

tareas de cada rol de trabajo, especificar los productos y artefactos a desarrollar y ofrecer criterios de control y medición del proyecto.

Durante mucho tiempo RUP ha sido uno de los procesos más destacados de la industria del software, sin embargo, al nacer de la integración y asimilación de múltiples procesos y aportes de otras empresas también es un proceso complejo, extenso y profundo que puede suponer un gran esfuerzo para las pequeñas y medianas empresas del sector del software.

### **División de RUP**

RUP por ser iterativo divide el ciclo de vida en “Fases del proyecto”, por otra parte, las iteraciones con rasgos comunes en cuanto a las tareas que se ejecutan son agrupadas dentro de “Disciplinas”. Las fases de RUP son la fase de inicio, elaboración, construcción y despliegue, por otra parte, las disciplinas están conformadas por:

- Disciplina de modelado del negocio.
- **Disciplina de requisitos.**
- Disciplina de análisis y diseño.
- Disciplina de implementación.
- Disciplina de prueba.
- Disciplina de despliegue.
- Disciplina de gestión de cambios y configuración.
- Disciplina de gestión de proyectos.
- Disciplina de entorno.

Por el desarrollo y temática de esta investigación, no se abordarán las fases y la totalidad de las disciplinas, solamente se explicará el objetivo de la disciplina de requisitos, la cual fundamentó la agrupación de las actividades en el proceso propuesto.

“La Disciplina de Requisitos se busca obtener las solicitudes del cliente de manera explícita y transformar estos en un producto de trabajo que cubran el ámbito del sistema que se va a construir y que pueda proporcionar los requisitos detallados sobre los cuales el sistema se deberá hacer. A la final se busca establecer un acuerdo con los clientes y otros interesados de lo que el sistema debería hacer, proporcionar a los desarrolladores un conocimiento concreto de los requisitos del cliente, definir los límites del sistema (delimitarlo), proporcionar información suficiente para planificar las iteraciones y estimar el costo del proyecto así como el tiempo de desarrollo del sistema, además de la importante tarea de definir una interfaz de usuario para el sistema que se construirá, enfocándose en las necesidades y los objetivos de los interesados y del cliente”<sup>20</sup>.

#### **5.4.2. CMMI Desde el enfoque del desarrollo desde el aseguramiento de la calidad**

CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo de buenas prácticas para las organizaciones que tiene como objetivo brindar los elementos para mejorar los procesos que se utilizan en el desarrollo de productos, basado en la autoevaluación, desde la concepción del producto hasta su entrega; incluyendo su mantenimiento. CMMI es aplicable a equipos, grupos de trabajo, proyectos, departamentos u organizaciones enteras. Actualmente es empleado por un gran número de instituciones y organizaciones a nivel mundial, incluidas empresas en Colombia. La estructura de CMMI está planteada en áreas de procesos los cuales agrupan una serie de buenas prácticas, elementos y estrategias para mejorar una sección del proceso empresarial, así las empresas pueden adoptar CMMI de manera gradual según los recursos que dispongan para la mejora de procesos.

---

<sup>20</sup> SÁNCHEZ COMAS, Andrés. Proceso Desarrollo de Hardware de la Empresa Bermit LTDA. Trabajo de grado. Barranquilla, 2011. 41 p.

CMMI al ser un modelo de definición de procesos especifica qué actividades se deben realizar en el desarrollo de proyectos, sin definir cómo se deben realizar, lo que permite identificar problemáticas individuales de cada empresa y darles una solución de manera más conveniente, esto le ha permitido lograr una amplia aceptación de las organizaciones en el sector de servicios y desarrollos, ya que permite alcanzar los objetivos utilizando de manera correcta las herramientas y recursos disponibles.

Sin embargo, CMMI no es el único modelo existente para la mejora de procesos, hay otros que han surgido y son empleados en la industria, como ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información), mencionado en el ítem anterior, PMBOK que es una guía para la gestión de proyectos desarrollado por PMI (Instituto de gestión de proyectos) y aplicado de forma genérica a la gestión de proyectos de cualquier tipo, entre otros.

Para el planteamiento metodológico de esta investigación, teniendo en cuenta la diversidad de modelos, fue necesario elegir entre una combinación de varios modelos o escoger uno solo para ser utilizarlo en la caracterización de las empresas en estudio. Como es explicado en la metodología se decidió por CMMI como referente para la construcción de la encuesta y entrevista, debido a que este aborda gran cantidad de áreas de procesos institucionales, de forma organizada y escalonada. Esto permitió obtener un diagnóstico amplio de las instituciones que facilitó la síntesis y formulación de una propuesta de proceso ágil. En la siguiente sección se describe entonces las características de CMMI que permitieron su selección.

### **Niveles de CMMI**

Los niveles en CMMI son aquellos que describen el camino evolutivo, recomendado en la que una organización quiere mejorar, dentro del proceso que utiliza para el desarrollo, producción y mantenimiento de sus productos. En CMMI, una organización puede optar por dos caminos. Un camino sería

mejorar las áreas o el área de proceso escogida por la organización de forma incremental. El segundo camino consiste en “mejorar un conjunto de procesos relacionados, tratando de forma incremental conjuntos sucesivos de áreas de proceso”. CMMI contiene dos representaciones que son la representación continua y la representación por etapas y en donde los dos caminos mencionados están relacionados, siendo para la continua “nivel de capacidad” y para la de etapas “nivel de madurez”.

De esta manera en cuanto a las principales diferencias entre los niveles de capacidad y madurez encontramos que no existe nivel de madurez cero, además el nivel uno de capacidad es realizado y en el de madurez es inicial. En pocas palabras esto quiere decir que ambas representaciones parten de forma diferente. Por lo tanto el enfoque utilizado en la mejora de procesos es totalmente diferente, además su similitud sólo radica en que los nombres de cuatro niveles son iguales en ambas partes, pero como se dijo antes su enfoque es muy distinto.

### **Constelaciones de CMMI**

Independientemente del perfil de la empresa, los modelos que ofrece CMMI pueden ayudar a diagnosticar problemas y mejorar el rendimiento. CMMI desde la versión 1.2 del 2006 (actualmente en la 1.3) se enfoca en tres modelos, los cuales se conocen como constelaciones. Una constelación es, entonces, una colección de componentes para construir un proceso, materiales de capacitación y evaluación en un área de interés en concreto. Las tres constelaciones existentes actualmente son:

CMMI-ACQ (Acquisition): La versión 1.3 de CMMI-ACQ fue publicada en noviembre del 2010 y sirve como guía para la aplicación de las prácticas de CMMI para mejorar el proceso de adquisición de productos y servicios. Está diseñada para empresas que se enfocan en trabajar con proveedores para la adquisición o ensamblaje de un producto o la prestación de un servicio. Este



modelo se concentra en la creación de solicitudes y acuerdos efectivos con proveedores, en la recolección y comunicación efectiva de los requisitos a los proveedores, en el seguimiento de las actividades y artefactos de los proveedores, y en la garantía de que los resultados de trabajo de los proveedores satisfagan las necesidades de los usuarios finales.

CMMI-SVC (Services): La versión 1.3 de CMMI-SVC fue publicada en noviembre del 2010 y sirve como guía para aplicar mejores prácticas CMMI en una organización proveedora de servicios. También sirve para proporcionar servicios internos en una organización y a clientes externos. Está diseñada para empresas que se centran en establecer, gestionar y prestar servicios. Este modelo profundiza en detalles sobre la planificación y la gestión de la capacidad y disponibilidad del servicio, el manejo de quejas y problemas, la planificación de las interrupciones del servicio, el decidir sobre qué servicios ofrecer, y el aseguramiento de que todo esté en su lugar al prestar un servicio, incluyendo las personas, procesos, insumos y equipos.

CMMI-DEV (Development): La versión 1.3 de CMMI-DEV fue publicada en noviembre del 2010. Tiene como propósito ofrecer orientación para la aplicación de mejores prácticas en empresas de desarrollo. También sirve como guía para medir, monitorear y administrar el proceso de desarrollo y mantenimiento de productos y servicios. CMMI para el Desarrollo está diseñado para empresas que se centran en el desarrollo de productos y servicios. Este modelo profundiza en detalles sobre la conversión de los requisitos del cliente en los requisitos utilizados por los desarrolladores, en la integración efectiva de los componentes en el producto final o servicio, en realizar el análisis técnico y el trabajo de desarrollo para el diseño del producto o servicio, y asegurar que el trabajo de desarrollo responda a las necesidades de los usuarios finales y las especificaciones formuladas durante el diseño.

El presente proyecto se enfoca en la constelación CMMI-DEV, el desarrollo de productos y servicios al igual que su mantenimiento es el objetivo de las

empresas objeto de este estudio y a las cuales va orientada la metodología propuesta.

### **Categorías de las áreas de procesos de CMMI**

Las áreas de proceso se pueden agrupar en cuatro categorías dependiendo de las orientaciones de las áreas para obtener un objetivo dentro de la organización. Ahora se explicarán dichas categorías:

Gestión de procesos: Las áreas de proceso agrupadas en esta categoría son las que permiten la “definición, planificación, despliegue, implementación, monitorización, control, evaluación, medición y mejora de los procesos.” Se encuentra conformada por:

- Enfoque en procesos de la organización (OPF).
  - Definición de procesos de la organización + IPPD.
  - Formación organizativa (OT).
  - Rendimiento de procesos de la organización (OPP).
  - Innovación y despliegue en la organización (OID).
- Gestión de proyectos: Tiene como objetivo la planificación, monitorización y control de los proyectos. Se encuentra conformada por:
  - Planificación de proyecto
  - Monitorización y control de proyecto
  - Gestión de acuerdos con proveedores
  - Gestión integrada de proyecto + IPPD
  - Gestión de riesgos
  - Gestión cuantitativa de proyecto
- Ingeniería: Esta categoría las actividades relacionadas con el desarrollo y mantenimiento propias de las ingenierías, está conformada por:
  - Desarrollo de requisitos

- Gestión de requisitos
  - Solución técnica
  - Integración de producto
  - Verificación
  - Validación
- Soporte: Como su nombre lo indica, esta categoría es la que mantiene las actividades de desarrollo y mantenimiento del producto. Está conformada por:
  - Gestión de configuración
  - Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto
  - Medición y análisis
  - Análisis de decisiones y resolución
  - Análisis causal y resolución

Las áreas de proceso que son de interés de este proyecto de grado son la gestión y el desarrollo de requisitos, por esta razón, las demás áreas no serán mencionadas, solo se hará énfasis de la definición teórica de las dos mencionadas<sup>21</sup>.

### **Gestión de requisitos en CMMI-DEV V1.3**

El área de proceso Gestión de requisitos (REQM) pertenece al Nivel 2 de madurez y es donde se gestiona la captura de requisitos desde una fuente confiable (Evita crear requisito no definidos por la persona encargada), localiza inconsistencias en los requisito y los planes de cómo se desarrollarán, al controlarse la captura de requisito se maneja también los cambios originados,

---

<sup>21</sup> CHRISSIS, Mary Beth. KONRAD, Mike. SHRUM, Sandy. CMMI Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos. Segunda Edición. Madrid. Pearson, 2009. 60 p.

si dado el caso se cambia uno (cosa que normalmente sucede) se evita la falta de comunicación entre los encargados del proyecto y se soluciona el error.

La gestión de requisitos tiene como objetivo gestionar los requisitos de los productos y/o proyecto, componentes del producto, identificación de inconsistencias entre los requisitos, planificación del proyecto y los productos de trabajo. Es decir gestión de requisitos gestiona desde el desarrollo del producto y/o proyecto hasta la implementación.

Las actividades de REQM tienen como finalidad gestionar todos los requisitos obtenidos, recibidos o generados por el proyecto, así como también los requisitos técnicos y no técnicos (los no técnicos incluyen los requisitos relacionados con el coste y el calendario) y por último los requisitos añadidos por la parte interesada.

Dentro de los propósitos de REQM también se encuentran la confirmación y la conformidad de los requisitos por parte de los clientes, la gestión de los cambios de los requisitos (para identificar inconsistencias en la planificación, productos de trabajo y requisitos) y la documentación de los cambios de los requisitos y el mantenimiento de la trazabilidad bidireccional entre los requisitos y los productos.<sup>22</sup>

### **Desarrollo de requisitos en CMMI-DEV V1.3**

El desarrollo de requisitos (RD) es un área de proceso de ingeniería que corresponde al tercer nivel de madurez del modelo CMMI y perteneciente a la representación continua del mismo modelo. Tiene como propósito obtener, analizar y establecer los requisitos del cliente, producto y componente del producto.

---

<sup>22</sup> INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN. Guía de Desarrollo y Gestión de Requisitos de la Adquisición. Madrid. INTECO. 2009

Por lo tanto las diferencias que existen en la versión 1.2 y la versión 1.3 para (RD) no son muy significativas, esto con respecto a las metas y prácticas específicas de este proceso, aunque se podría decir que en la versión 1.3 se encuentra la redefinición de los términos, la inclusión de nuevos ejemplos de subprácticas y de productos de trabajos típicos.

Durante el ciclo de vida del producto y/o proyecto, se determinan los requisitos del cliente para luego ser refinados y de allí derivar los requisitos del producto y de los componentes del producto. En otras palabras las prácticas existentes en RD permiten obtener todos los requisitos del producto y/o proyecto, con el fin de desarrollarlos, (en la versión 1.3 el mantenimiento no está incluido), la arquitectura de patrón también es incluida en la versión 1.3 como parte de la solución de diseño; la obtención de los requisitos a su vez están muy ligados con el diseño del producto y/o proyecto, por lo que estas prácticas están muy relacionadas con el área de proceso de solución técnica (TS)<sup>23</sup>.

#### **5.4.3. ICONIX desde un enfoque del Desarrollo desde el movimiento Ágil**

Iconix es una metodología de desarrollo de software que tiene como enfoque avanzar de forma más rápida desde los casos de uso al código (o sistema final) por medio de un buen análisis y diseño. El proceso Iconix a su vez está dividido por dos flujos de trabajo que son el dinámico y el estático, la cual son altamente interactivos, ya que a través de ellos se puede ir desde lo más general del proceso, hasta un caso de uso, todo por el mismo camino del código fuente y las unidades de prueba.

Adicionalmente Iconix deriva de RUP (Rational Unified Process) en cuanto es dirigido por casos de uso y utiliza diagramas de UML. Pero a diferencia de

---

<sup>23</sup> INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN. Guía de Desarrollo y Gestión de Requisitos de la Adquisición. Madrid. INTECO. 2009

RUP, Iconix emplea menor cantidad de diagramas UML (4 de los 14 diagramas), ya que en la mayoría de los casos son resueltos sólo con algunos diagramas; con lo cual el proceso se simplifica considerablemente, proporcionando suficientes requisitos y documentación para el diseño.

Iconix tiene una principal diferencia respecto a otros procesos de desarrollo, y es el uso del diagrama robusto, el cual reduce el salto entre la etapa de análisis y el diseño y disminuye la ambigüedad en las descripciones de los casos de uso. Cuatro etapas definen la metodología Iconix:

### Análisis de requisitos

Todo proyecto en principio comienza por definir y explorar las especificaciones y requisitos. En esta fase se captura los requisitos del cliente y se hace un modelado del negocio (en la figura se observa en qué fase y flujo de trabajo del proceso Iconix interviene los requisitos).

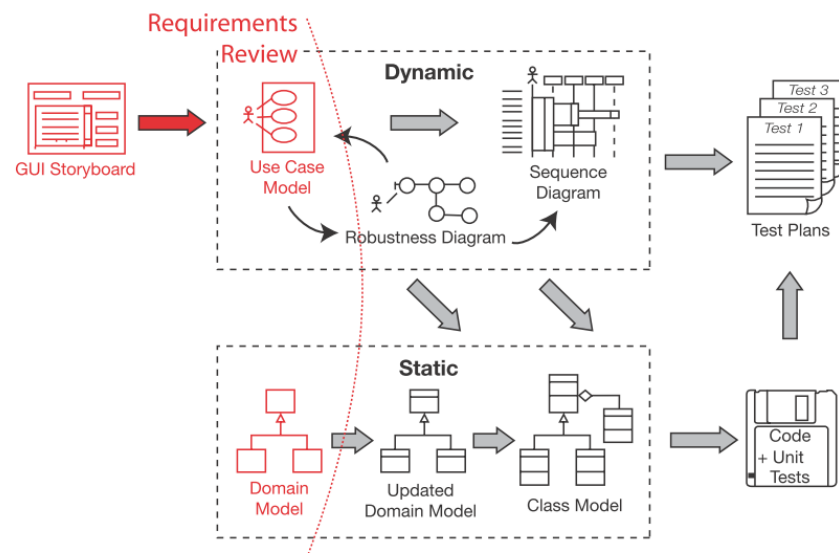


Figura 7. Fases del proceso Iconix en donde intervienen los requisitos<sup>24</sup>

<sup>24</sup> ROSENBERG, Doug. STEPHENS, Matt. Use Case Driven Object Modeling with UML Theory and Practice. Apress. Segunda Edición, 2007. 83 p.

Luego se realiza un glosario y modelo del dominio a partir de lo que ha expresado el cliente y de allí se definen los términos en común en los que el cliente y los usuarios describen el entorno en que se construirá el sistema. También se refinan los requisitos y se clasifican en requisitos funcionales o de comportamiento y requisitos no funcionales, según sea su caso. A lo último de la fase se realiza el hito revisión de requisitos, la cual consiste en revisar que el texto de los casos de uso esté desarrollados con los términos del dominio y que coincidan con las expectativas del cliente.

A continuación se presenta un diagrama de flujo en donde se muestra los pasos que se desarrollan en el análisis de requisitos de Iconix.

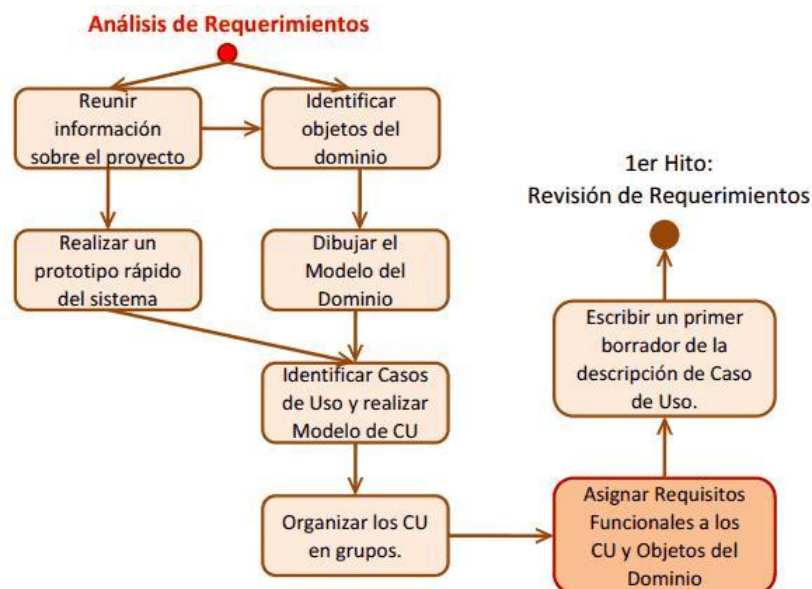


Figura 8. Diagrama de flujo del análisis de requisitos<sup>25</sup>

### Análisis y diseño preliminar

Los casos de uso son los que determinan cómo los usuarios interactúan con el sistema, por ende deben ser claros, precisos y sin errores. Para lograr esto se realiza un análisis robusto, con el objetivo de encontrar posibles errores en el

<sup>25</sup> BERMIT LTDA. Presentación Diapositivas sobre Requisitos en Iconix. 2011. 3 p.

texto de los casos de uso y a su vez actualizar el modelado del dominio. El análisis y diseño preliminar permite al analista tener elementos que mostrar al cliente y comprobar que los resultados de tales análisis de los requisitos son correctos. Cabe anotar que en esta fase se encuentra la principal diferencia de Iconix respecto a otros procesos de desarrollo, la cual es el diagrama robusto. En tal diagrama se identifican los controladores del sistema, es decir las funciones lógicas que realizan el comportamiento del caso de uso. Por último se desarrolla el hito Revisión de Diseño Preliminar, la cual ayuda a sincronizar correctamente el diagrama robusto, el modelado del dominio y los casos de uso.

### **Diseño detallado**

El modelado del dominio y los casos de uso, son usados por Iconix para diseñar la arquitectura del sistema. El diagrama de clases (derivado del modelado del dominio) y el diagrama de secuencia (derivado de los casos de uso) tienen como finalidad asignar comportamiento a las clases. Por último se desarrolla el hito Revisión Crítica del Diseño, “el cual busca asegurarse de que el “cómo” del diseño detallado concuerde con el “qué” especificados en los requisitos, revisar la calidad del diseño, revisar la continuidad de los mensajes en los diagramas de secuencia, y revisar que las clases en el diagrama de clases tengan los métodos y atributos apropiados.”

### **Implementación**

En esta última fase de Iconix, se procede a escribir las unidades de prueba. Luego se integra los casos de uso y se realizan las pruebas de flujo básico y flujo alterno; la integración debe estar siempre relacionada a los diagramas de secuencia y al mismo texto de los casos de uso. Por último se escribe el código en base a los diagrama de secuencia y diagrama de clases.



#### **5.4.4. XP (eXtreme Programming) desde un enfoque del Desarrollo desde el movimiento Ágil<sup>26</sup>**

Programación extrema (XP) se puede definir como el acoplamiento de un conjunto de pasos provenientes de diversas metodologías tradicionales y habitualmente inspiradas en la ingeniería industrial, que tiene como fin ser flexibles, para así garantizar la satisfacción del cliente y un desarrollo más simple, ágil y eficiente. Esta metodología ágil de desarrollo de software fue formulada por Kent Beck y Ward Cunningham, quienes en los años 80 comenzaron a identificar las debilidades (puntos negros) de las metodologías de desarrollo y suplirlas por determinadas técnicas la cual solucionaba problemas concretos de otras metodologías a través de la aplicación de nuevos enfoques.

Programación extrema (XP) fue la primera metodología ágil y fue quien dio conciencia al actual movimiento de metodologías ágiles. Esta se basa en la retroalimentación continua entre el equipo de desarrollo y el cliente, promueve la comunicación constante entre todos los participantes del proyecto, la simplicidad para realizar soluciones y coraje frente a los cambios presentados. Esta metodología también se centra en fortalecer las relaciones interpersonales del equipo (ya que esto genera éxito en el desarrollo del software), promover el trabajo en equipo y el aprendizaje de los desarrolladores y ofrecer un buen clima laboral. La especialidad de XP son los proyectos con requisitos imprecisos y cambiantes y donde existe un amplio riesgo técnico. A continuación se explicará de forma breve las características de la programación extrema.

#### **Historias de Usuario**

---

<sup>26</sup> BECK, K. Extreme Programming Explained: Embrace Change, US ed. Addison-Wesley Professional, 1999.

Las historias de usuario, son la técnica que se utiliza para especificar los requisitos del cliente y del software en forma escrita en una o dos frases utilizando el lenguaje común del cliente. Esta técnica consta de tarjetas de papel en donde el cliente describe brevemente las características del software, los requisitos funcionales y no funcionales. Cada historia de usuario es en esencia entendible y delimitada con el único fin de que sean implementadas en semanas (normalmente entre una y tres semanas). También las historias de usuario son descompuestas por tareas de programación (Task Card) y son asignadas a los programadores para ser implementadas en cada iteración. Lo anterior hace que las historias de usuario sean dinámicas y flexibles. En la figura se muestra como ejemplo la apariencia de una plantilla de historias de usuario.

Historia de Usuario	
<b>Número:</b>	<b>Nombre Historia de Usuario:</b>
<b>Modificación (o extensión) de Historia de Usuario (Nro. y Nombre):</b>	
<b>Usuario:</b>	<b>Iteración Asignada:</b>
<b>Prioridad en Negocio:</b> (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b>
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> (Alto / Medio / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b>
<b>Descripción:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

Figura 9. Ejemplo de una historia de usuario<sup>27</sup>

<sup>27</sup> PROCESO DE PLANIFICACIÓN XP. {En línea}. {12 de Octubre de 2013}. Disponible en: <http://rupcajamenor.wordpress.com/planificacio/>

Normalmente las historias de usuario tienen un formato libre y pueden expresarse como una necesidad funcional, la cual define lo que se debe construir en el proyecto. Si bien las historias de usuario pueden ser de formato libre, estas deben responder básicamente a tres preguntas: ¿Quién se beneficia?, ¿Que se quiere? y ¿Cuál es el beneficio? Por ello se recomienda que las historias de usuario estén conformadas por los siguientes ítems:

- Fecha
- Tipo de actividad
- Prueba funcional
- Prioridad técnica y del cliente
- Riesgo
- Estimación técnica
- Descripción
- Referencia a otra historia previa

## **Roles**

Los roles propuestos originalmente por Beck en XP son los siguientes:

- Programador (Es quien escribe el código y las pruebas unitarias).
- Cliente (Es el encargado de escribir las historias de usuario y darles prioridad).
- Tester (Es el encargado de realizar las pruebas, y es el responsable de las herramientas de soporte para las pruebas).
- Tracker (Tiene como responsabilidad hacer el seguimiento del progreso de cada iteración y la retroalimentación al equipo).
- Entrenador (Tiene a cargo todo el proceso y es quien provee las guías para que se apliquen correctamente las prácticas de XP).
- Consultor (Es aquel que tiene un conocimiento específico en algún tema, es externo al equipo de desarrollo y es consultado cuando es necesario).
- Gestor (Es el enlace entre el equipo de desarrollo y el cliente, es quien asegura el clima laboral y quien tiene a cargo la coordinación del proceso).

## Proceso XP

Programación extrema cuenta con un ciclo de desarrollo y un ciclo de vida. El ciclo de desarrollo a grandes rasgos cuenta con los siguientes pasos:

- El cliente determina el valor del negocio que se va a implementar.
- El programador es quien evalúa el esfuerzo requerido para su implementación.
- El cliente decide que se va a construir, de acuerdo a sus necesidades y las restricciones de tiempo.
- El programador construye lo que genera valor al negocio.
- Repetir las fases desde el principio.

En este ciclo las iteraciones en que participan el cliente y el programador brindan un aprendizaje para ellos. Igualmente en este ciclo al programador no se le debe presionar a realizar más trabajo del estimado, ya que se perderá la calidad en el producto o los plazos no se cumplirán. De la misma forma el cliente tiene la obligación de manejar el ámbito de entrega del producto, para asegurarse que el sistema tenga el mayor valor de negocio posible en cada iteración.

Adicionalmente el ciclo de vida de Programación extrema consta de las siguientes seis fases:

- Exploración.
- Planificación de la entrega (Release).
- Iteraciones.
- Producción.
- Mantenimiento.
- Fin del proyecto.

#### **5.4.5. SEMAT desde un enfoque desde la reformulación de la ingeniería del software<sup>28</sup>**

La iniciativa SEMAT (Software Engineering Method and Theory) fue introducida a finales del 2009, con el objetivo de abordar las “problemáticas” que desafían al campo de la ingeniería de software. Tales “problemáticas” son por ejemplo la dependencia, cierto capricho y moda por diferentes métodos de desarrollo que resultan difíciles de comparar; la falta de una base teórica también hace que tales métodos carezcan de evaluación, pruebas y validación experimental, aumentando a su vez la brecha que existe entre la investigación académica y su aplicación práctica en la industria.

La esencia SEMAT define un Kernel y un lenguaje para la especificación del método de ingeniería de software. Estos deben ser escalables, extensibles y fáciles de usar. Debe permitir al profesional describir lo esencial de sus métodos actuales y futuros, prácticas que puedan ser comparadas, evaluadas, adaptadas, utilizadas, simuladas y medidas por los profesionales entre sí, como también enseñados e investigados por la rama académica. El Kernel ayuda a los profesionales a comparar los métodos y tomar mejores decisiones acerca de sus prácticas.

Los elementos del Kernel forman la base de un vocabulario y a su vez el vocabulario forma un mapa del contexto de la ingeniería de software. El mapa se utiliza como base en la que se puede describir, definir cualquier método o práctica existente o prevista en el futuro.

SEMAT tiene pocas diferencias respecto a otros enfoques de desarrollo, se puede mencionar:

- Este enfoque se basa por el principio de separación de Interés. SEMAT se acopla a los profesionales que no estén interesados en los métodos, pero a

---

<sup>28</sup> JACOBSON, Ivar. PAN-WEI, Ng. MCMAHON, Paul E. SPENCE, Ian. SVANTE, Lidman. The Essence of Software Engineering: Applying the SEMAT Kernel, Primera Edición. Addison-Wesley Educational Publishers Inc, 2013.

su vez es extensible para cualquier grupo de trabajo o grupo de interesados.

- La esencia permite agilidad mientras se trabajan con métodos. La esencia apoya a los grupos de trabajo a modernizar sus prácticas, reemplazar viejas prácticas por otras y mejorar sus formas de trabajar tanto en pequeños pasos, grandes y radicales.
- La esencia ha sido diseñada prestando mucha atención en la sintaxis. El progreso y la “Salud” del progreso se solidifican con las tarjetas de estado. Las tarjetas de estado se pueden utilizar de muchas maneras, desde la planificación del trabajo, definición de los procedimientos de trabajo, asignación de trabajo, etc.

A continuación se procede a definir los elementos más importantes que conforman el Kernel de SEMAT.

## **Kernel**

El Kernel es un ligero conjunto de definiciones de forma simplificada. El Kernel captura eficazmente la esencia de la ingeniería de software, en forma escalable, práctica e independiente. El enfoque del Kernel es definir una base común para la definición de las prácticas de desarrollo de software, las prácticas pueden luego ser mezcladas y sincronizadas para crear métodos específicos de ingeniería de software a la medida de las necesidades de un determinado software. El núcleo tiene muchos beneficios, que son:

- Permite aplicar pocas o muchas prácticas como sea requerido.
- Permite capturar fácilmente las prácticas actuales de una forma reutilizable y extensible.
- Permite evaluar las prácticas actuales respecto a un marco técnico de control neutral.

- Permite comenzar con un método mínimo añadiendo prácticas a medida que el esfuerzo progresa y cuando sea necesario.
- Permite alinear y comparar el trabajo en curso y los métodos a un marco común técnico, neutral, y luego complementarlo con cualquier práctica.

El núcleo se describe usando un pequeño subconjunto del lenguaje del Kernel, está organizado en tres áreas de interés (explicadas más adelante), cada uno con un pequeño número de:

**Alfas:** Son representaciones de las cosas esenciales utilizadas para trabajar. Los Alfas proporcionan descripciones del tipo de cosas que un equipo va a gestionar, producir y utilizar en el proceso de desarrollo, mantenimiento y soporte de software bien. También actúan como ancla de las otras sub-alfas y productos de trabajo requeridos por las prácticas de ingeniería de software.

En el Kernel las alfas:

- Capturan los conceptos claves que participan en el sistema.
- Permite la salud y progreso de cualquier sistema que trata de ser seguido y evaluado.
- Proporciona una base común para la definición de los métodos de ingeniería de software y prácticas.

**Espacios de Actividad:** Son representaciones de las cosas esenciales para hacer. Los espacios de actividad proporcionan descripciones de los retos que enfrenta un equipo en el desarrollo, mantenimiento y apoyo de sistemas de software, y el tipo de cosas que el equipo va a hacer a su encuentro. Para mantener su independencia práctica, el kernel no incluye todas las instancias de los elementos del lenguaje tales como los productos de trabajo o actividades. Éstos sólo tienen sentido en el contexto de una práctica específica. El Kernel también provee un conjunto de espacios de actividades que complementan a los alfas, esto con el fin de proporcionar una actividad basada en la visión de la ingeniería de software.

#### **5.4.6. Casos de uso 2.0<sup>29</sup>**

Caso de uso 2.0 es una práctica ágil y escalable la cual conserva la técnica de los casos de uso pero plantea un modelo más versátil y fácil de usar para capturar requisitos por medio del: análisis, diseño, planificación, estimación, seguimiento y prueba de los sistemas para así llegar al desarrollo gradual de este, lo cual apoyará a los usuarios, pero no sólo esto sino que a su vez se enfocará en cómo el sistema se emplea gracias a la participación y gestión del mismo usuario en el desarrollo del software. Cabe aclarar que el Caso de Uso 2.0 no delimita cómo se debe planificar o gestionar el trabajo de desarrollo, diseño o pruebas del sistema. Sin embargo, sí proporciona una estructura para la adopción exitosa de la gestión y las prácticas de desarrollo en el proceso.

#### **Principios de casos de uso 2.0**

Son seis los principios básicos para aplicar los casos de uso 2.0 de forma satisfactoria, los cuales serán usados para introducir los conceptos de modelado de caso de uso y desarrollo dirigido de casos de uso.

#### **Principio 1: Mantenerlo simple, contando historias**

“Contar historias” es la forma más simple y efectiva de transmitir conocimiento de una persona a otra. En cuanto a desarrollo de software, es la mejor forma de comunicar lo que el sistema debe hacer y mantener a todos enfocados en las mismas metas.

Los Casos de Uso capturan las metas del sistema. Se pueden asemejar la narración de Casos de Uso a “historias”, dichas historias describen cómo lograr

---

<sup>29</sup> JACOBSON, Ivar. SPENCE, Ian. BITTNER, K. USE-CASE 2.0 The Guide to Succeeding with Use Cases. Ivar Jacobson International SA. 2011.



el desarrollo de la meta y cómo manejar cualquier problema que ocurra en el camino. Acompañar a los Casos de Usos con “historias” o narrativas no sólo se identifican los requisitos sino que se entienden de manera más sencilla, logrando que estos sean fáciles de capturar, compartir y entender.

## **Principio 2: Entender el panorama general**

Sin importar si el desarrollo es grande o pequeño, sin importar si es hardware o software, o si se trata de un nuevo negocio, siempre se debe tener un entendimiento general de todo el sistema como una unidad, ya que sin eso es imposible tomar las decisiones correctas, sobre qué incluir o no en el sistema, el costo que tendrá, etc.

En consecuencia de lo anterior se tienen los diagramas de uso, la cual permite representar la sumatoria de todo lo deseado, entender el sistema y reconocer que un sistema puede tener diferentes metas debido a la participación de diferentes actores. Por otra parte se tiene también el modelo de casos de uso en donde la forma como el sistema actúa para llegar a esas metas son los Casos de Uso y quien contribuyen al logro de tales metas son los Stakeholders representados como actores. Adicionalmente un modelo de caso de uso es un modelo que muestra todas las posibles vías y rutas de acción del sistema, permitiendo al equipo entender rápidamente qué hará el sistema y qué no sin la necesidad de comprender o saber a fondo cómo funciona el sistema. Esta estructura hace que las historias (Casos de Uso) sean fáciles de capturar, validar, e identificar las posibles formas de utilización de un sistema que ofrecen un valor escaso o nulo a los usuarios. Mantenerse enfocado en el valor que brinda el sistema al usuario permitirá asegurar que cada nueva versión de su sistema sea tan pequeña como sea posible, ofreciendo al mismo tiempo un valor real a los usuarios y actores del sistema y/o quienes financian el desarrollo.

## **Principio 3: Enfocarse en el valor**

Entender el valor del sistema consiste en comprender qué beneficio brinda éste al usuario y/o las partes interesadas. Esto es importante a la hora de entender cómo el sistema va a ser usado para lograr una meta específica definiendo las formas de usarlo y los problemas que pueden ocurrir. La narrativa de Casos de Uso es necesaria para cuantificar, identificar y entregar el valor al sistema. En ese instante se describen en los Casos de Uso las posibles formas de lograr el objetivo y cualquier alternativa que impida el desarrollo de la meta. Haciendo esto se logra una representación clara de lo que el sistema hará y cómo se conecta todo entre sí, además será posible identificar nuevos requisitos o funciones que no se habían tenido en cuenta sin modificar o eliminar el trabajo anterior.

#### **Principio 4: Construir el sistema por partes**

La mayoría de sistemas requieren de un arduo trabajo para completarse debido a su amplia lista de requisitos. Es así como una de las razones que imposibilita su entrega se ve ligada a que los requisitos aún se están identificando y emergiendo antes de la finalización y entrega final del sistema. Por lo cual es un error construir todo el sistema de un solo, lo más recomendable es realizarlo por partes, cada una de las cuales asumirá un valor específico para los usuarios. El proceso para ello es muy simple, en primera instancia se deben identificar las prioridades del sistema, centrándose en ellas. Luego se toma una de estas y se subdivide. Se decide por medio de los Casos de Prueba cuales son aceptadas, en caso de que a partir de estas subdivisiones se generen preguntas sin respuesta, se dejarán a un lado por el momento. Posterior a ello, se seleccionará la línea central que recorre toda la narrativa (Caso de Uso) de extremo a extremo o lo más cerca posible. Se realizan estimaciones sin importar que sean correctas, ya que de eso se trata: “Estimar”, y es entonces cuando se empieza a crear.

#### **Principio 5: Entregar el sistema por incrementos**

Los Diagramas de casos de uso son considerados como una representación gráfica de los casos de uso y son una herramienta para ilustrar los objetivos del equipo que al igual que los Casos de Uso divididos en rebanadas colabora a la construcción de pequeños incrementos en el camino hacia la liberación total. Esto permite orientar las partes de manera independiente para que resulten viables y comprobables en cada incremento.

De acuerdo a esto, si se conoce que los Casos de Uso son muchos como para considerar la entrega de todos a la vez, se puede atender los de mayor importancia, con los cuales se podrá poner en marcha el sistema para que posteriormente se realicen los demás requisitos a través de incrementos.

### **Principio 6: Adaptarse a las necesidades del grupo**

En el desarrollo de software, diferentes equipos y situaciones representan diferentes estilos y niveles de detalle. Lo importantes es conocer al equipo de trabajo y sus necesidades sin importar qué práctica o técnica se utilice. En el caso de los Requisitos, se pueden presentar tanto de forma sencilla o compleja. Unos requisitos sencillos constituyen una ventaja si se considera que el usuario o las partes interesadas tienen estrecha relación con los desarrolladores, ya que se pueden responder las dudas en cualquier momento, sin embargo, en el caso de no contar con una facilidad de contacto con ellos, es inevitable que los requisitos sean robustos.

Los Casos de Uso 2.0 están diseñados con el objetivo de que los Casos de Uso sean tan ligeros como se desee, y las narraciones son las que recogen lo esencial de las historias. Si es un equipo pequeño se puede optar por el uso de narraciones pequeñas, si son equipos grandes se puede optar por narraciones más detalladas, escritas como documento. Cada equipo podrá seleccionar la opción que desee.

### **Rebanadas de casos de uso**

Los casos de uso 2.0 se pueden usar para la mejora de software, para el desarrollo de nuevos negocios tomando la empresa como un sistema y para la combinación de hardware y software en sistemas embebidos.

El sistema implementará los requisitos y será enfocado por el Modelo de Casos de Uso. La calidad e integridad del sistema se verifica por una serie de pruebas. Además se rectifica que la aplicación de división de los Casos de Uso haya sido un éxito. Si se observan defectos durante las pruebas, se evita la división de las partes hasta que se hayan fijado y mejorado en el sistema. Por otro lado la comunicación de las necesidades entre las partes interesadas es indispensable, para así explorar los Casos de Uso y a su vez la comprensión de la historia como mecanismo para encontrar la división correcta del Caso de Uso en partes y por lo tanto conducir a la aplicación del sistema.

### **Aplicación de los casos de uso para todo tipo de sistema**

Muchos piensan que los casos de uso son aplicables solamente a los usuarios de sistemas intensivos, donde hay una gran cantidad de interacción usuario - sistema. Lo cual no es del todo cierto ya que estos iniciaron como sistemas de conmutación de telecomunicaciones, que tienen tanto los usuarios (operarios) como los usuarios de la máquina (cliente), en forma de otras redes interconectadas. Siendo entonces los casos de uso aplicables a todos los sistemas. En los siguientes párrafos se especificará características de los caso de uso en cuanto a los tipos de sistemas que soporta para su uso.

No es sólo para el usuario intensivo de aplicaciones: Sino para los sistemas integrados que interactúan con el humano. Hoy en día, las personas están utilizando los casos de uso en el desarrollo de todo tipo de software en ámbitos tan diversos como los motores, la electrónica de consumo, militar, aeroespacial y médica. Incluso en tiempo real sistemas de control de procesos utilizados para plantas químicas pueden ser descritos por los casos de uso, donde cada

caso de uso se centra en una parte específica de la conducta de los procesos de la planta y las necesidades de automatización. Todo lo que se necesita para apropiarse los casos de uso es querer que el sistema colabore con el mundo exterior.

**Manejando todo tipo de requisitos:** Los casos de uso debe ser entendido no solamente como una herramienta para describir la funcionalidad de los sistemas, sino también una herramienta para hallar los REQUISITOS NO FUNCIONALES.

**Aplicable para todos los enfoques de desarrollo:** Los casos de uso son funcionales con todos los enfoques de desarrollo de software conocidos:

- Iterativos como Scrum, EssUP y OpenUP.
- Enfoques basados en un flujo de “una sola pieza” como Kanban.
- Enfoques todo en uno como el tipo cascada.

## **6. FUENTES E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

### **6.1. FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS PRIMARIOS**

En el presente proyecto de grado las fuentes de recolección de información primaria consta de las empresas del sector tecnológico en la ciudad de Barranquilla, la cual a través de una convocatoria dirigida a las empresas del sector tecnológico de la ciudad de Barranquilla dedicadas a la ejecución de proyectos que involucren el diseño e integración de hardware y software, especialmente aquellas empresas con experiencia en las áreas de ingeniería electrónica, ingeniería de sistemas, ingeniería eléctrica y dedicadas a las actividades de automatización industrial, control de procesos, telecomunicaciones y diseño de hardware, se espera obtener una serie de resultados con el fin de analizar cómo estas empresas operan.

Adicionalmente, estas empresas deben cumplir con ciertos criterios de selección como fecha de creación y experiencia mayor a 2 años, ser empresas dedicadas al desarrollo de hardware y software o integración de estos, con conocimiento en la aplicación y programación de sistemas embebidos, sistemas de control, sistemas de telecomunicaciones o electrónica en general.

### **6.2. FUENTES DE INFORMACIÓN DE DATOS SECUNDARIOS**

Se utilizó como fuente de recolección de información secundaria material bibliográfico reconocido, realización de consulta especializada, análisis de resultados ya obtenidos en los procesos y metodologías de desarrollo de ingeniería de software y documentación confiable encontrada en internet sobre todo lo concerniente a el modelo de desarrollo CMMI y temáticas relacionadas con la ingeniería de requisitos, la cual enriquecen el contenido de este proyecto y a su vez pertenece al eje central de este proyecto para luego ser migrado a la ingeniería electrónica.

## **7. METODOLOGÍA**

El presente proyecto de grado se plantea de forma general en el marco de una investigación descriptiva, de acuerdo a lo citado en el libro El paradigma cuantitativo de la investigación científica de Hernández León Rolando, en donde menciona: “el objetivo de la investigación descriptiva es describir el fenómeno y reflejar lo más esencial y significativo del mismo, sin tener en cuenta las causas que lo originan, para lo cual es necesario captar sus relaciones internas y regularidades, así como aquellos aspectos que revelan lo general. En este tipo de investigación es importante la profundidad teórica del planteamiento investigativo, pues ayuda a comprender el valor científico de los resultados obtenidos”.

Para las fuentes primarias de captura de información de las empresas en estudio y las técnicas de recolección de datos, guarda una estrecha similitud con el proyecto de maestría, la cual fue derivada este proyecto de grado. No obstante este apartado solo abarca la propuesta metodológica realizada para caracterizar el estado del área de gestión y desarrollo de requisitos en empresas de la ciudad de Barranquilla.

La metodología que se siguió en el desarrollo de este proyecto de grado, se organizó en fases de acuerdo a la Estructura de Descomposición del Trabajo WBS (Work Breakdown Structure), por su flexibilidad y posibilidad de detallar en forma jerarquizada el trabajo a realizar desde el nivel de fases hasta el nivel de actividad o tarea según el grado de detalle requerido. La investigación como se mencionó tuvo un enfoque general de tipo descriptivo, abordando enfoques específicos metodológicos desarrollados en cada fase de acuerdo a las necesidades planteadas por el proyecto. Este tipo de jerarquización facilitó además la asignación de responsabilidades, recursos y la distribución del tiempo mediante la planeación y el control del proyecto, consolidando el cronograma inicialmente propuesto.

Se definieron entonces las siguientes fases para la realización del presente proyecto:

### **7.1. MARCO REFERENCIAL; REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

El proyecto inició con la recopilación y uso de las fuentes de información secundaria empleando material bibliográfico, artículos, revistas, consulta en bases de datos especializadas, realizando un estudio de las fuentes que involucra trabajos de investigación y desarrollos en el área de interés, haciendo énfasis en el análisis de resultados publicados, en temáticas como gestión y desarrollo de requisitos para hardware, procesos de desarrollo y metodologías ágiles que incluyen la gestión y el desarrollo de requisitos, y que fueron relevantes para el establecimiento de conceptos y fundamentos teóricos básicos. Esta fase buscó esclarecer el estado actual y un referente al entorno local en materia de requisitos en electrónica y sistemas embebidos y los procesos o metodologías en los que estas se apliquen, que permitieron el establecimiento de tendencias. De esta forma se construyeron las bases para tomar una posición conceptual frente a la problemática presentada, permitiendo escoger autores y posturas a seguir en el planteamiento de la metodología para la gestión y el desarrollo de requisitos en proyectos de sistemas embebidos.

### **7.2. PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN**

Una vez se estableció un sólido marco referencial, se buscó caracterizar el desarrollo de la verificación y validación en empresas del sector electrónico de la ciudad de Barranquilla, empleando como fuentes de información primaria, el sector empresarial dedicado a la aplicación de la electrónica en proyectos de ingeniería y tecnología. Así en esta fase se diseñó un instrumento (ANEXO B. Instrumento aplicado) para la determinación de la tendencia actual del sector en estudio, el cual se creó identificando las variables a medir y los indicadores



de medición, generando a partir de ellos las preguntas de las encuestas y entrevistas realizadas. El instrumento se basó en el modelo CMMI v1.3 en la representación escalonada, específicamente en las áreas de ingeniería del nivel 2 y 3 de gestión y desarrollo de requisitos. Se crearon así preguntas cerradas que permitieron la comparación y un análisis objetivo; también se crearon preguntas abiertas que ayudaron a comprender y describir los procedimientos internos empresariales.

Diseñado el instrumento, se organizó una estrategia para el establecimiento de contactos en organizaciones del sector productivo relacionadas de forma directa o indirecta con los campos de acción de la electrónica aplicado a proyectos y productos de Sistemas Embebidos del sector empresarial de la ciudad de Barranquilla. A continuación se procedió con la búsqueda y escogencia de las empresas participantes, estableciéndose como unidad de análisis, entre las cuales se hizo la selección de un grupo. La población se estableció como una muestra no probabilística o dirigida por multi-etapas, que cumplieron con el criterio de dedicación al desarrollo de hardware y software o integración de éstos, con experiencia en aplicaciones y programación de sistemas embebidos, sistemas de automatización y control, sistemas de telecomunicaciones o electrónica en general.

### **7.3. APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN**

Se prosiguió con la fase de recopilación de información en campo. Aquí se hace referencia a información que se obtuvo como resultado de la realización de visitas, entrevistas, así como la aplicación de encuestas en sitio. Para esto, se diseñó un procedimiento para la aplicación de la encuesta que permitió organizar la actividad y brindó claridad al encuestado sobre el objetivo de la misma, explicando con detenimiento los acuerdos de confidencialidad y la firma de consentimiento. Se planearon citas o reuniones con los representantes seleccionados de cada empresa y se desarrollaron las sesiones y las entrevistas según el procedimiento definido.

El acuerdo de confidencialidad es un contrato legal para la no divulgación de los resultados del instrumento a terceros creado por abogados especialistas en propiedad intelectual, este fue ofrecido para proteger la información de las empresas participantes y generar confianza entre los encuestados aunque no todas solicitaron que fuera firmado por los participantes. Se adjunta el contrato firmado por las empresas que lo solicitaron, ver ANEXO A. Acuerdo de confidencialidad firmadas.

#### **7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Esta instancia del proyecto es de tipo descriptivo, en donde se realizó análisis de la información obtenida en las fases anteriores, realizando un análisis de la información obtenida en la encuesta, para confrontarla con los conceptos teóricos. Con los resultados obtenidos por el instrumento se hizo la caracterización de las empresas involucradas en el estudio, mediante el procesamiento de la información, organizándose en tablas, gráficos, realizando resúmenes que consolidaron la información resultante de la encuesta, estableciendo comparaciones, identificando prácticas comunes, y actividades problemáticas o exitosas. Por otro lado, de igual forma se contextualizó y reflexionó con respecto al marco teórico, justificando las razones por las cuales se tomó una posición teórica y de cómo ésta se adaptó al entorno en estudio. Con estos dos elementos se identificaron oportunidades de mejoras, que dieron elementos de juicio y así se pudo determinar los lineamientos a seguir para el diseño de una metodología adecuada para realizar proyectos de sistemas embebidos.

Los detalles del análisis realizado y la propuesta metodológica se encuentran en el apartado 8.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS del ítem 8 ANÁLISIS DE RESULTADOS, específicamente en 8.2 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y CONSOLIDACIÓN DEL PROCESO REALIZADO y 8.3 PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS Y DEL PROCESO PLANTEADO (LINEAMIENTOS).

## **7.5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA PARA GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS**

Este apartado se formula una metodología para el desarrollo del área de gestión y desarrollo de requisitos, basándose en la información y síntesis obtenida en la caracterización realizada por medio de los instrumentos de recolección de datos y en las mejores prácticas de software; en este punto, la investigación es de tipo sintético. Se migraron estándares, procesos, herramientas, técnicas y plataformas de desarrollo, utilizados para el software hacia su uso en el desarrollo de productos y proyectos electrónicos.

Se plantearon el desarrollo de las actividades de manera que vayan en concordancia con el planteamiento realizado en la tesis de maestría de cual se deriva este proyecto. Partiendo de la retroalimentación obtenida de las fases anteriores, se plantea un proceso de gestión y desarrollo de requisitos que apoya a una metodología de desarrollo de soluciones tecnológicas (Objetivo del proyecto de maestría). Como resultado se define un proceso de gestión y desarrollo de requisitos que incluye actividades, agrupaciones de las mismas, roles, productos de trabajo, y/o artefactos.

## **7.6. PUBLICACIÓN DE RESULTADOS FINALES**

Esta es la fase final de proyecto donde se muestra a la comunidad académica, y demás personas o entidades interesadas en el proyecto, los resultados finales, concluyentes sobre los objetivos trazados, con el análisis, consideraciones y recomendaciones finales. Con las conclusiones obtenidas se identificaron temas de interés para trabajos futuros o desarrollo de proyectos del grupo de investigación GIACUC. Se entregó toda la documentación de soporte sustentada en este proyecto de grado, y los resultados a ser divulgados.

## **8. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Luego de aplicar la encuesta y la entrevista, el paso a seguir es el desarrollo, procesamiento y análisis de la información obtenida del estado de las empresas en la ciudad de Barranquilla. Tales resultados, permitirá identificar las generalidades, las prácticas realizadas a la hora de desarrollar sus proyectos (ya sean comunes, exitosas, eficientes o inexistentes) y oportunidades de mejora. Cabe destacar que este proyecto de grado se enfoca exclusivamente en el análisis de las áreas de gestión y desarrollo de requisitos, debido a que parte de un proyecto de maestría que abarca todas las áreas de proceso establecidas en CMMI-DEV.

### **8.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

El análisis de las encuestas y entrevistas son el insumo para el planteamiento del proceso, el cual se realizó con la finalidad de Identificar en las empresas las generalidades en su quehacer, las prácticas exitosas, las comunes, identificando oportunidades de mejora, fusionando y sintetizando. En el presente apartado se describe el análisis y obtención del proceso propuesto. Este reguló las actividades de estudio, síntesis, reflexión y proposición de mejoras de los procesos actuales de las empresas, con el fin de mantener la objetividad y la aplicación del manifiesto ágil, junto con los demás principios expuestos.

### **8.2. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y CONSOLIDACIÓN DEL PROCESO REALIZADO**

Por orden, presentación de este proyecto de grado, facilidad de revisión, y para la entrega de la retroalimentación a las organizaciones participantes se organiza el “Análisis e interpretación de los datos” como sigue, presentando primero el procedimiento real llevado a cabo para realizar el análisis (este

ítem), seguido de “Principios del análisis y del proceso planteado (lineamientos)”, después se realiza introducción al contexto en el ítem “Generalidades de las organizaciones participantes en el estudio”, continuando con el análisis de “Síntesis de áreas de procesos, análisis de áreas de proceso” consolidando por área de proceso con las fuentes mencionadas, el “Anexo D. Análisis detallado por empresa” y área de proceso, y por ultimo lo relacionado con el proceso formulado (identificación de roles, actividades, productos de trabajo, y herramientas).

### **8.3. SÍNTESIS DE ENCUESTAS Y ENTREVISTA DE LOS PROCEDIMIENTOS POR EMPRESA**

El primer paso constituye el estudio de las respuestas al instrumento de recolección de datos aplicado (encuesta y entrevista). Este se realizó de acuerdo a las diferentes áreas de procesos de CMMI v1.3 seleccionadas y aplicadas, las cuales establecen la organización del instrumento aplicado. De tal forma que por cada área de proceso se estudió las respuestas a las preguntas cerradas y se analizaron las notas y respuestas a la entrevista, esto por cada empresa, para obtener una visión detallada y objetiva de su contexto. El resultado de este ejercicio es una descripción detallada del área de proceso en la empresa, identificando tareas, fortalezas, debilidades, aspectos comunes entre empresas, etc., sin dejar puntos sueltos o pasar por alto aspectos obtenidos por el instrumento. Esta síntesis se dejó en el Anexo D. Análisis detallado por empresa.

### **8.4. LINEAMIENTOS DE UN PROCESO ÁGIL DE HARDWARE PARA LA GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS**

Después del análisis sintético de las organizaciones y basado en las preguntas de tipo general, y el planteamiento ágil, se propuso un enfoque para el proceso planteado (Principios del análisis y del proceso planteado (lineamientos)), de

acuerdo a la vocación general presentada por este grupo heterogéneo de empresas dedicadas a la creación de soluciones tecnológicas en sus diferentes perfiles. Posteriormente y replicando el ejercicio en cada área de proceso para todas las empresas del estudio, se generaron una gran cantidad de ideas a partir de los aspectos positivos y negativos de los procesos de las organizaciones en estudio, que ayudarían a definir cómo aplicar cada área dentro del proceso propuesto.

#### **8.5. SÍNTESIS Y GENERALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO Y GESTIÓN DE REQUISITOS (CMMI V1.3)**

Las ideas y propuestas surgidas se evaluaron y sintetizaron en un resumen del estado del área de proceso en el que se resaltan los aspectos más relevantes y comunes en las empresas, identificando oportunidades de mejora y el cómo se debería plantear un proceso que abarque todos los perfiles de desarrollo y de empresas. Este proceso adopta los aspectos positivos, exitosos y comunes a los perfiles de las empresas, así como los aspectos no tenidos en cuenta por las organizaciones participantes en el estudio e identificados como oportunidades de mejora.

Después de lo anterior, se consolidó la descripción del área de proceso de gestión y desarrollo de requisitos, organizando las ideas surgidas, explicando el contexto en el que se dan, las problemáticas existentes, los casos de éxito que justifican el proceso propuesto, y toda una serie de razonamientos que parten de las situaciones establecidas para plantear las ideas que constituyen las tareas del proceso, es decir el “cómo” hacer las cosas para el área de proceso de gestión y desarrollo de requisitos. Así de esta manera la ingeniería electrónica se interpreta y formula el proceso, mediante la migración del estado del arte de la ingeniería del software, lluvias de ideas, valoraciones objetivas, comparaciones, generalizaciones de los resultados obtenidos, ejemplificaciones de lo encontrado a los entornos particulares de cada organización, entre otras herramientas de análisis. Esto se encuentra

desarrollado en el ítem Síntesis y análisis de las áreas de proceso de gestión y desarrollo de requisitos.

## **8.6. FORMULACIÓN DE UN PROCESO DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS**

El proceso formulado en este proyecto de grado, se apoya y se desprende de un proceso macro titulado “**Proceso HAR’D Snow**”, la cual es el resultado de un proyecto de maestría y que a su vez incluye el área de proceso de gestión y desarrollo de requisitos el cual es el principal foco de atención de este proyecto de grado.

Luego de realizado el análisis de la encuesta y la entrevista en las diferentes empresas objetos de estudio y posteriormente generado el proceso propuesto, fue necesario hacer la formulación, socialización y divulgación, para la cual se opta por CMMI y RUP, siendo estos dos enfoques de distinta naturaleza y establecer su relación no es el objetivo de este proyecto de grado.

CMMI se utilizó como modelo de madurez para ver todos los aspectos empresariales de interés (el “Qué”), usando entonces la representación por disciplinas para plantear el proceso de acuerdo a los resultados del estudio (el “Cómo”), aprovechando la relación establecida en los dos trabajo citados anteriormente, aclarando que no se usa RUP como modelo, sólo se utiliza su representación en disciplinas para plantear el nuevo proceso plasmando el “como” que se extrajo del análisis del área de proceso de gestión y desarrollo de requisitos de las empresas estudiadas. Cada área de proceso de CMMI se relaciona con disciplinas en RUP, pero para efectos de este proyecto, se tomarán sólo áreas de gestión y desarrollo de requisitos de CMMI. La comparación y relación establecida entre las disciplinas de RUP y las áreas de proceso de CMMI están plasmadas en la tesis de maestría que se deriva este proyecto.

En el desarrollo de la síntesis de actividades del proceso, se continuó con el desarrollo del ítem **Síntesis y análisis de las áreas de gestión y desarrollo de requisitos**, en donde se identificaron los roles que participan en el área de proceso, sus actividades y los artefactos que se generan a través de estas. Posteriormente para depurar la síntesis anterior, se revisó su coherencia e interrelaciones mediante la creación de la tabla de **Consolidado, relación de actividades artefactos y roles**, posteriormente se realizó el despliegue definitivo del proceso en el compositor de procesos descrito en el siguiente ítem. Por último se planteó el modelo y ciclo de vida del proceso HAR'D Snow estableciendo el núcleo del mismo y en la cual se desarrolla el área de proceso y sus actividades que son productos de este proyecto de grado y a su vez está explicado en detalle en el ítem de **Resultados**.

#### **8.7. DESPLIEGUE DE LA METODOLOGÍA EN UN COMPOSITOR DE PROCESOS**

El análisis de la información dirigido por áreas de procesos de CMMI, permite organizar las sugerencias y buenas prácticas detectadas en disciplinas de procesos. De esta forma, se parte de las áreas de verificación y validación, se realiza un análisis objetivo y reflexión, la cual permite identificar tareas, roles, productos de trabajo y herramientas que permitan fortalecer cada área de proceso en las empresas, sin dejar a un lado los principios definidos para el proceso (agilidad, simplicidad/Lean, calidad, etc.)

Con la información generada se procedió a consolidarla empleando el software EPF Composer (Un framework o entorno de trabajo) que permite definir procesos y métodos de desarrollo de acuerdo a la cultura específica de cada organización. En este se modela el proceso propuesto por esta investigación creando dos grandes elementos básicos: el Method Content y el Proceso como tal. El Method Content permite crear todos los elementos que hacen parte de la definición de uno o varios procesos, tales como actividades, roles, productos de trabajo, guías, entre otros, además, permite definir por cada uno de ellos su



descripción, ayudas, relaciones con otros elementos, etc. El elemento dentro de EPF llamada Proceso, permite definir las interacciones entre todos los elementos que harán parte del proceso, lo que permite establecer workflows y el proceso como tal. Aunque EPF permite generar varios procesos desde un mismo Method Content, para este caso sólo se requirió un Method Content y un Proceso.

La síntesis obtenida de EPF Composer para la disciplina de requisitos, al igual que para todas las disciplinas englobadas en el proyecto macro se encuentra en el Anexo F. Archivo digital del proceso en EPF Composer. En él se encuentra el Proceso definido en el subíndice anterior, junto con los detalle, pasos, lista de verificación, roles, etc.

#### **8.8. PRINCIPIOS DEL ANÁLISIS Y DEL PROCESO PLANTEADO (LINEAMIENTOS)**

Este apartado define y analiza los principios del proceso propuesto más las características y ventajas que permite la aplicación del proceso.

Las empresas ejecutoras de proyectos de Desarrollo Tecnológico y Tecnologías de la Información experimentan una tendencia mundial actual hacia la agilidad. Ser ágil es muy popular hoy en día. Esta filosofía les permite a las empresas desarrollar productos con una rápida salida al mercado, garantizar la satisfacción del cliente, estar preparados para afrontar los cambios en los requisitos y necesidades del mercado, reducir los costos de afrontar estos cambios, entre otros beneficios.

Debido a esto es importante que el análisis realizado mediante el instrumento aplicado a las empresas y el proceso planteado a partir de este se mantenga dentro de los principios y conceptos de los procesos o metodologías ágiles. La principal fuente es el manifiesto ágil, en donde se dan las orientaciones más generales y aplicable a proyectos de ingeniería, proyectos de hardware y

tecnología, más allá de los proyectos únicamente de software, el cual establece que:

- Los Individuos y la interacción posee más valor que los procesos y herramientas.
- Los productos y artefactos que funcionan tienen más valor que la documentación extensiva.
- La colaboración con el cliente es más valiosa que la negociación contractual.
- La respuesta ante el cambio es de más valor que el seguir un plan.

En otras palabras el manifiesto ágil se centra en las necesidades del cliente y la satisfacción de estas mediante el trabajo colaborativo de un grupo de desarrolladores que generan los productos y artefactos funcionales para satisfacer los requisitos del cliente, y en este objetivo, también valora los procesos, herramientas, documentaciones o planes que se den en el ejercicio del ciclo de vida del proyecto, sin embargo, da mayor valor a los primeros.

Estas cuatro consideraciones son conocidas como “Los cuatro valores del manifiesto ágil”, que en la práctica se detallan a través de los “principios del manifiesto ágil”. Estos principios, también orientados al contexto de proyectos de hardware y software son:

- Nuestra principal prioridad es satisfacer al cliente a través de la entrega temprana y continua de productos de valor.
- Son bienvenidos los requisitos cambiantes, incluso si llegan tarde al desarrollo. Los procesos ágiles se doblan al cambio como ventaja competitiva para el cliente.
- Entregar con frecuencia prototipos funcionales, en periodos de un par de semanas hasta un par de meses, con preferencia en los periodos breves.
- Las personas del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos de forma cotidiana a través del proyecto.

- Construcción de proyectos en torno a individuos motivados, dándoles la oportunidad y el respaldo que necesitan y procurándoles confianza para que realicen la tarea.
- La forma más eficiente y efectiva de comunicar información de ida y vuelta dentro de un equipo de desarrollo es mediante la conversación cara a cara.
- El prototipo que funciona es la principal medida del progreso.
- Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenido. Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben mantener un ritmo constante de forma indefinida.
- La atención continua a la excelencia técnica enaltece la agilidad.
- La simplicidad como arte de maximizar la cantidad de trabajo que no se hace, es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos que se auto-organizan.
- En intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre la forma de ser más efectivo y ajusta su conducta en consecuencia.

Estos principios ágiles son proposiciones o fundamentos para la definición de procesos de trabajo, como es notable en ellos no se constituye el “cómo” o el proceso en sí para ejecutar proyectos de hardware y/o software. Debido a esto, el análisis de las encuestas y proceso propuesto debe enmarcarse en modelos más específicos que impliquen las etapas, fases, disciplinas y tareas que intervienen en el ciclo de vida de los proyectos de desarrollo tecnológico, en especial aquellos relacionados con el desarrollo de hardware y software.

Otro principio escogido fue el de la simplicidad, tomado a partir del modelo de gestión de la calidad Lean manufacturing (producción ajustada o manufactura esbelta) y concretamente desde el perfil para la ingeniería del software en Lean Software Development. Lean es un principio para el trabajo que tienen como fundamento *eliminar los residuos*, teniendo en cuenta que residuos son todas aquellas cosas que no general un valor para el consumidor, este principio fue desarrollado y adoptado por Toyota al desarrollo de sus productos, todo esto para enfocarse en las características que realmente brindan calidad al

producto. En el contexto de la propuesta de proceso Lean se entiende como que este fue planteado con el mínimo número de actividades, prácticas, roles, artefactos, o uso de herramientas de soporte, procurando abordar la mayor cantidad de áreas de proceso y disciplinas que le generen la mayor cantidad de valor a la empresa desarrolladora, para que esta a su vez cree soluciones pertinentes y concentradas en la generación de valor para sus clientes.

El modelo de integración de madurez y capacidad CMMI ha sido seleccionado como un marco de trabajo para estudiar, analizar y proponer un proceso de desarrollo completo. Así, el análisis y proceso propuesto busca abarcar el mayor número de áreas de procesos de la forma más ágil posible. De esta forma obtener un proceso tan completo como sea posible, pero que, dentro del contexto del manifiesto ágil, y el principio de simplicidad, resulte beneficioso, práctico y adaptable a las empresas del sector tecnológico y de desarrollo de hardware. Para este proyecto de grado las áreas de proceso de CMMI seleccionadas corresponden al nivel 2 de CMMI, junto con la de ingeniería de nivel 3:

#### **Nivel 2 CMMI**

- REQM - Gestión de Requisitos

#### **Nivel 3 CMMI (Ingeniería)**

- RD - Desarrollo de Requisitos

Por otra parte se presentan como un reto consolidar un proceso bajo este perfil, debido a algunas características propias de las empresas estudiadas del sector tecnológico y de los proyectos de electrónica, en especial con sistemas embebidos y automatización industrial, en donde se definen algunos principios propios a seguir, como por ejemplo la formulación de sus proyectos. *Estas características particulares en general se deben a la naturaleza heterogénea de los diversos proyectos ejecutados por las empresas en áreas como automatización industrial, telecomunicaciones, integración de software y hardware, entre otros. Lo que conlleva al uso de diferentes tecnologías para el*

*diseño de sus soluciones*, por ejemplo implementado soluciones en equipos diversos como lo son los autómatas programables, sistemas embebidos como microcontroladores o FPGA, sistemas de comunicación, sistemas de adquisición de datos, sensores e instrumentación.

Otra característica es la alta experiencia de las empresas en las áreas específicas de su desempeño y servicio a clientes, conociendo en gran medida las herramientas empleadas para sus desarrollos. En consecuencia, se debe *proponer un ciclo de vida que cumpla con las diferentes naturalezas de los proyectos y componentes de las soluciones utilizadas en ellos, además de ser reducido en documentación especialmente en las tareas propias del desarrollo técnico que hace parte de la experiencia de las empresas.*

#### **8.9. GENERALIDADES DE LAS ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO**

Las preguntas genéricas tienen como fin conocer el estado actual de las empresas, su naturaleza, constitución, tamaño, conocimiento y antecedentes en el uso de metodologías o procesos de desarrollo, y la definición de un enfoque general para la definición del proceso.

De las respuestas obtenidas en las preguntas genéricas se observa que el grupo analizado está formado por empresas con antigüedad relativa, la mayoría de ellas con más de 5 años de experiencia en la ejecución de proyectos de ingeniería, sin embargo, con una planta de personal o equipo de trabajo relativamente pequeño lo que permite catalogarlas en pequeñas empresas. Sin embargo, aunque la planta de personal sea reducida es posible observar en algunas de ellas facturaciones de empresas de tipo mediana.

Adicionalmente, se percibe un contexto comercial en el cual las empresas estudiadas deben sobrevivir en el mercado siendo rentables con márgenes de ganancias reducidos, lo que dificulta y reduce la disponibilidad de recursos para

aplicar procesos estandarizados que garanticen la calidad de los productos o proyectos emprendidos. En la realidad, se prefiere cumplir con lo pactado y ofrecido al cliente, lo que implica en muchos casos realizar las actividades que conllevan directamente a la creación del producto, descartando todas aquellas que no cumplan con este criterio, para así cumplir con los presupuestos y tiempos de entrega.

Algunas empresas conocen estándares a profundidad, sin embargo su aplicación es incipiente. En el estudio además se evidencia que todas las organizaciones reconocen claramente la importancia a largo plazo de la utilización de prácticas o actividades dentro del desarrollo de un proyecto que impacten en la calidad. Sin embargo, las actividades realizadas y los procesos aplicados no son del todo un resultado de la espontaneidad, sino más bien, las empresas cuentan con procesos implícitos de acuerdo a los hábitos, experiencias o tradiciones de la organización, mediante los cuales establecen fases claramente definidas en sus proyectos.

Estos “procesos implícitos”, que son de tipo cascada, responden a las estrategias que cada empresa ha formulado para mejorar la calidad, el desempeño, y asertividad en sus proyectos, resultado de la reflexión de gerentes, directores de proyectos e ingenieros sobre los comportamientos y experiencias observadas en la ejecución de proyectos anteriores. De hecho, algunas de las empresas muestran un interés en indagar y aplicar nuevas herramientas, metodologías de desarrollo y ayudas, e incluso, se puede observar que en todas ellas hay al menos un pequeño nivel de organización. Uno de los aspectos que refleja este hecho es el uso de roles o figuras de trabajo equivalentes en el 100% de las empresas estudiadas.

Por otro lado, la academia y nivel de estudio de los integrantes del equipo alimenta al “proceso implícito” aplicado por la empresa. Los conocimientos que reciben los ingenieros electrónicos que conforman sus equipos de trabajo, sobre “metodologías” de diseño que aplican en sus empresas, por ejemplo, P-DOWN, BOTTOM-UP, entre otras. Sin embargo dentro del contexto formal de

los procesos de desarrollo de software y hardware, estas “metodologías” aprendidas se quedan cortas en el alcance y dimensiones que deben abarcar en la realidad de las empresas, especialmente en el desarrollo de productos tecnológicos, y no satisfacen todas las necesidades de las áreas de proceso.

En cuanto al seguimiento y control del trabajo, los grupos son bastante autónomos en el desarrollo técnico de la solución, definiendo sus propias prácticas y formas de desarrollar las actividades asignadas para cumplir con lo solicitado. De hecho, se encuentran debidamente capacitados y resultan eficientes en la realización de tales actividades. En consideración a este aspecto, el proceso propuesto debe ser ágil e impactar directamente en las actividades relacionadas con los entregables que son de interés del usuario, mejorando las estrategias para brindar un valor agregado a estos y cumplan con el aseguramiento de la calidad dentro de la tarea misma, sin afectar el desarrollo cotidiano de las actividades técnicas de construcción del producto y sin generar aumentos considerables en los presupuestos o recursos necesarios para los proyectos, siguiendo así principalmente los tres primeros valores del manifiesto ágil.

Esta consideración implica también que las propuestas de uso de herramientas ofimáticas para soporte a los procesos y ciclos de vida de los proyectos debe ser cuidadosa y propuesta desde diferentes perspectivas o condiciones de uso, así de manera individual cada empresa en su retroalimentación podría exponer los documentos, tablas o formatos que se diligencian para el control y gestión del proyecto en cada una de sus áreas de proceso, y evaluar la necesidad o pertinencia de herramientas avanzadas para soporte a estos.

#### **8.10. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS**

Esta sección tiene como objetivo realizar y presentar un análisis para las áreas de proceso correspondientes para este proyecto de grado (gestión y desarrollo

de requisitos). Para las demás áreas de proceso, estas son analizadas en el proyecto de maestría del cual se deriva esta monografía.

A continuación se presenta el análisis hecho para cada uno de las áreas de procesos dentro del estudio, en donde se presentan las propuestas para la formulación del proceso y las razones o justificaciones encontradas en el estado del arte o de acuerdo a los resultados encontrados en las encuestas y entrevistas. Para facilitar el planteamiento del proceso, se utilizó la notación textual “letra cursiva”, para resaltar los aspectos a ser formulados como proceso, establecido en este último solamente el qué y el cómo; dejando de lado las reflexiones (texto sin cursiva) como discusión académica y justificación del proceso mismo.

#### **8.10.1. Gestión de requisitos**

La gestión de requisitos, como su nombre lo indica, tiene como propósito administrar los requisitos identificados en el proyecto desde su concepción, así como durante la planificación y posterior ejecución del proyecto, los cambios que se darán, la trazabilidad de los mismos, etc. De acuerdo a los resultados obtenidos por los instrumentos todos los participantes en el estudio, estarían muy cerca de aplicar actividades relacionadas con la gestión de requisitos, que a su vez apuntan a garantizar la calidad, así sea a un nivel básico, o de manera implícita.

Todas las empresas realizan una *evaluación de los requisitos una vez obtenidos* por parte del cliente para su validación. Las actividades implícitas en los procedimientos de gestión de requisitos que aseguren la calidad en las empresas han demostrado ser eficaces y eficientes en el entorno de organizaciones de este perfil con grupos de trabajo que no superan las 20 personas. *Se encuentra oportunidades de mejora en general para todas las empresas en cuanto a la trazabilidad y la asignación a cada miembro del grupo*



*de desarrollo, principalmente a aquellas características donde se tiene dificultad en el análisis y medición de los avances de los requisitos.*

*Para todas las organizaciones en el estudio es importante definir al inicio del proyecto los límites y alcance del mismo, en este punto del proyecto es donde se ofrece una promesa de construcción de un producto o finalización de un proyecto acordando un precio para él. En ese contexto, se observa que el esquema contractual con el que trabajan las organizaciones en este entorno es comúnmente con precios y alcances definidos. Entonces, es importante que al inicio del proyecto se proponga en conjunto con el cliente o la parte interesada un acuerdo (contrato, documento) de lo que “realmente quieren” incluida las restricciones de costos, tiempo y esfuerzo del proyecto.*

*A pesar de lo dicho, según el estudio los compromisos de entrega se hacen principalmente por un acuerdo subjetivo de las partes. Se infiere que esto se deba a que en este tipo de proyectos en las etapas tempranas del ciclo de vida solo se alcanzan a capturar los requisitos con los que es formulado el contrato o acuerdo. Una vez aprobado el proyecto se profundizan en los requisitos, por lo que se aconseja en las etapas posteriores del proyecto en curso, se asocie la definición de los requisitos refinados (ver Desarrollo de requisitos) con los aspectos contractuales del proyecto. Una alternativa, una vez definido completamente los requisitos sería realizar un otrosí al contrato de perfeccionamiento. Para realizar la asociación, hay que definir qué tipos de requisitos serán asociados al contrato, entre los específicos del negocio y los de la solución técnica. Para esto habría las siguientes alternativas: a) Asociar sólo los requisitos del producto, los cuales son trazables directamente con los entregables en la solución técnica, b) Sólo deberían incluirse los requisitos del cliente, los técnicos no, debido a que estos deberían ser manejados como requisitos internos sin estar relacionados con el contrato, c) Ambos tipos de requisitos deben ser asociados al contrato.*

La forma de definir los requisitos se puede clasificar en dos categorías según la naturaleza o tipo de proyecto: los académicos y los comerciales.

En los proyectos académicos los requisitos se describen por medio de un objetivo general, objetivos específicos y definición de alcance y/o delimitación de esos objetivos (detallado en Procedimiento de captura de requisitos). En este ámbito los cambios de los requisitos en el marco de un proyecto son informados y gestionados mediante actas de avances o informes, los cuales son revisados y aceptados o no (de acuerdo a la justificación dada). Normalmente este tipo de proyectos son auditados (en muchos casos hacen uso de recursos del gobierno) por lo que es necesario la formalidad.

Por otro lado las organizaciones de carácter comercial definen sus requisitos por medio de sentencias propositivas sobre las características y restricciones que debería tener el producto final; estas se enuncian normalmente en pliegos de condiciones, acuerdos contractuales, documentos de características técnicas, entre otras. Esta última forma de definir un proyecto es la forma convencional, que podría ser interpretada en contraposición a los siguientes dos valores propuestos por el manifiesto ágil: Valorar más la colaboración con el cliente que la negociación contractual, Valorar más la respuesta al cambio que el seguimiento de un plan. Sin embargo la perspectiva expuesta por las organizaciones comerciales no es juzgada, por lo que simplemente es interpretada como la forma en que se plantean los proyectos, en este sentido para la formulación del proceso (objeto de este trabajo) con la identidad ágil, se interpretan los valores ágiles (expuestos a lo largo de todo el análisis) para esta forma de trabajar, sin pretender cambiar el tipo de proyectos con precios y alcances definidos.

En la práctica, los encuestados son informales o cuentan con procedimientos implícitos para capturar los requisitos del sistema que dirigen el desarrollo de la solución tecnológica y en consecuencia sólo realizan una trazabilidad de los mismos de forma intuitiva. De acuerdo a esto y las directrices ágiles, se propone disponer de estrategias para el mejoramiento de esta actividad, tales

como las historias de programación extrema (XP), continua comunicación con el cliente, o definir un artefacto de requisitos descritos de forma escueta (evitando grandes documentos de especificación) siendo validados por el cliente.

En todo proyecto se solicitan cambios en lo acordado inicialmente, estos pueden ser de muchos tipos, como pequeñas solicitudes de modificaciones o la solicitud de una funcionalidad nueva inicialmente no concebida. Por lo que una vez capturados los requisitos del proyecto, se debe contar con estrategias para abordar el cambio a lo propuesto inicialmente. Una forma de abordar el cambio desde la perspectiva ágil sería abordar su solución eficiente, oportuna, y de forma equitativa contractual y económicamente para ambas partes (cliente y desarrollador). Para propiciar la gestión de cambios en los requisitos, se debe definir estos en función de la generación de valor para el cliente en el contexto de su negocio, es decir, se debe concebir a las soluciones tecnológicas como el medio para generar valor al cliente, siendo este realmente el fin más allá del producto o tangible en sí mismo.

Para trabajar de esta manera es necesario un acuerdo contractual que permita de forma equitativa recalcular y costear el esfuerzo permitiendo acortar o alargar el alcance de lo inicialmente planteado para la solución tecnológica. Para ser exitoso en este planteamiento, el desarrollo se debe organizar de tal forma que se escoja al inicio lo que mayor valor genere, y seguir con este principio hasta final del proyecto. Ejemplos de esta forma de trabajar son la pila de incidencias en Scrum o los proyectos dirigidos por casos de uso v2.0.

Algunas de las empresas abordan los cambios de requisitos con base en la experiencia y conocimiento de desarrollos anteriores, que permitan el re-uso de componentes disponibles, respondiendo adecuadamente en estos casos. Se encontró en general que la modificación de los requisitos se permite durante el desarrollo del proyecto, sin embargo la forma o estrategia de afrontar los cambios no se encuentra debidamente esclarecida o documentada, ni cuentan

con herramientas que lo gestionen, de manera que sea posible identificar el impacto que generan estos cambios en la ejecución o ciclo de vida del proyecto. Para reducir este impacto, el cambio debería ser permitido solo si consiste en dar o generar mayor valor para el negocio contra lo inicialmente planteado, sin que se vea afectada (principalmente económicamente) la empresa desarrollador.

Cuando se dan cambios en los requisitos, es oportuno poder contar con formas de estudiar la trazabilidad de estos, es decir, medir el impacto que tienen sobre los productos de trabajo relacionados a él. La trazabilidad puede ser asegurada desde la gestión de requisitos, creando como obligación que los requisitos sean traducibles a productos de trabajo entregables. Otra actividad que mejora la trazabilidad y permite la generación de valores para los indicadores establecidos es la asignación de actividades, o requisitos técnicos a un personal específico dentro del grupo de desarrollo, de esta manera se mejoran los controles, trazas y seguimiento de lo comprometido para mantener el proyecto en curso. La gestión y trazabilidad del cambio se puede lograr introduciendo la incidencia (captura textual de la solicitud del cambio) como un artefacto, el cual debería ser asociado o asignado a un requisito (capturado o refinado) para ser rastreado y valorado su impacto sobre el desarrollo, y al que tenga acceso los clientes, la parte administrativa y los desarrolladores.

La trazabilidad y gestión de requisitos puede ser gestionada de diferentes formas empleando herramientas analógicas (Como son documentos o formatos impresos, tablas en papel, memos, tablero, tarjetas apiladas, etc.) o software especializado (Word, Excel, software convencional de oficina), según los recursos disponibles de la empresa; ambos sencillos de utilizar por los desarrolladores. Con el fin de relacionar las necesidades a los entregables del proyecto, se puede determinar diferentes niveles en cuanto a la administración de requisitos. En primer nivel se debe al menos contar con una tabla consolidada de requisitos, en esta se debe por lo menos, listar los requisitos, separar en funcionales y no funcionales, asignarles un código para gestionar la

trazabilidad, un título breve y una descripción, quien lo propuso, prioridad, y a quien fue asignado. Esto puede hacerse mediante una plantilla o tabla en Excel para cada proyecto. Se puede asumir que esta tabla es la pila del producto (Scrum) para aplicar esta metodología dentro del proyecto.

En un segundo nivel avanzado se propone utilizar al menos la herramienta Enterprise Architect, y convertir la tabla realizada en Excel en el primer nivel a manera de un diagrama de requisitos utilizando una nomenclatura de colores para indicar si los requisitos son aprobados dentro del proyecto, establecer la prioridad de requisito o estado del requisito, por último, los requisitos realizados en Enterprise Architect deberían sincronizarse y gestionarse desde herramientas para la gestión del ciclo de vida del proyecto o ALM's. Estas herramientas y procedimientos facilitan el mantenimiento, seguimiento, y análisis de requisitos, su asignación a roles o responsables y el avance de los mismos durante el proyecto. Adicionalmente se podría aplicar con ellos una pila de producto de Scrum y aplicar esta práctica en la empresa.

Para finalizar se destacan a continuación una serie de ideas para la gestión de requisitos.

- *Los requisitos capturados deben ser enunciados, identificados (numerándolos) utilizándolos como documento para definir o perfeccionar el contrato.*
- *Enunciar los requisitos de forma que se pueda validar o comprobar de forma clara ante el cliente su cumplimiento.*
- *Verificar que los requisitos que se tengan cumplen con la información necesaria para cumplir el objetivo del proyecto.*
- *Los requisitos capturados deben ser validados por el cliente.*
- *Una técnica exitosa aplicada por algunas organizaciones para la gestión ágil de los requisitos es la autogestión, auto asignación, auto dimensionamiento del esfuerzo, por parte del grupo de trabajo en el proyecto, que se compromete con cada requisito.*

### **8.10.2. Desarrollo de requisitos**

El desarrollo de requisitos es un área que se relaciona con las áreas de proceso de Gestión de requisitos (REQM) y solución técnica (TS). Tiene como propósito realizar la captura de las necesidades del cliente para ser convertidos a requisitos del cliente. Partiendo de los requisitos del cliente se establecerán los requisitos del producto y los componentes del producto.

#### **Procedimiento de captura de requisitos.**

De las empresas en el estudio sólo una de ellas cuenta con esta área de proceso explícita y documentada. La metodología para la captura de requisitos en el resto de organizaciones no está formalizada, pero hay formas de trabajar arraigadas en ellas con respecto a este aspecto, que hacen parte de su cultura organizacional.

En el ámbito académico el planteamiento explícito de requisitos se hace mediante la formulación de objetivos generales (aspectos del negocio) y específicos (Requisitos del negocio y sistema), la definición de artefactos entregables especificados mediante hitos (requisitos del sistema), asociados a los objetivos, a la limitación, o alcance. Estos objetivos específicos son analizados al inicio del proyecto para poder definir el alcance del proyecto, que permite organizar el trabajo mediante actividades que logran hitos, y cumplen objetivos específicos.

Debido que para el investigador el análisis se hace con mayor profundidad y al principio del proyecto, la etapa de formulación demora más. Así mismo tienen la particularidad que se realiza una vigilancia tecnológica, mediante la búsqueda en el estado del arte de soluciones similares, relacionadas, o que sirven como base, a la problemática abordada en el proyecto. Para las

organizaciones con otro perfil, la vigilancia tecnológica es abordada con una menor profundidad, indagando en problemáticas similares, revisando manuales técnicos y de usuario, de soluciones similares o parcialmente similares a la concebida.

En cuanto a la generalidad del proceso de captura, resultaría adecuado minimizar el número de reuniones con el cliente, mediante técnicas que optimicen las pocas sesiones grupales que se hagan. Para el cliente organizar grupos focales, implica incomodidades, debido a que hay que sacar de sus actividades diarias a la parte interesada para participar en ella. Normalmente la definición de buenos requisitos necesita de varias reuniones en donde se encuentra la generalidad y se entiende la oportunidad en el negocio al cual se le pretende entregar algo de valor. Posteriormente en otra etapa, durante la ejecución del proyecto se hacen ajustes, refinamientos, y se van desarrollando los requisitos en reuniones frecuentes con un representante de la parte interesada.

Para proponer una estrategia adecuada a este contexto, se establece que las reuniones de definición general con los representantes de la parte interesada deben ser pocas y de no más de dos horas; justificado en que para los perfiles de organizaciones y sus proyectos la parte interesada que define y establece el proyecto normalmente cuenta con poca disponibilidad, y en que las secciones creativas son agotadoras, con su aspecto más productivo en el lapso de tiempo establecido. En este mismo sentido en algunos ámbitos no es posible reunirse con el verdadero cliente o no es práctico hacerlo, para tal caso se plantea reunirse con alguien que los represente adecuadamente (por ejemplo médico en representación de pacientes, vendedor por los consumidores, o Ing. Procesos por los operarios y usuarios de un proceso industrial).

Se encontró que una actividad común es la reunión entre el cliente (o quien haga sus veces) y un grupo de representantes de la organización desarrolladora para entender y definir la problemática a ser solucionada. Una

excelente herramienta para la definición de las generalidades, es la sección de “modelado del dominio” del problema, centrándose en él se comprende y conoce su terminología, la cual se describe en el libro “Use Case Driven Object Modeling with UML: Theory and Practice”.

Se propone una sola reunión para el modelo del dominio y por lo menos una más para los requisitos, de resto se pueden hacer con los representantes de la parte interesada, para depurar refinar y mostrar los consolidados preparados por el grupo de la empresa desarrolladora. En caso que no sea posible la reunión con un grupo focal para el modelo del dominio y la captura de requisitos por lo menos el grupo desarrollador se debería reunir con un representante de la parte interesada.

Para estas reuniones se ha encontrado a la lluvia de ideas como una actividad reiterativa en todas las organizaciones, por lo que se establece como buena estrategia para la definición general de los requisitos (unificación de criterios del proyecto) del dominio del problema. Esta es recomendable aplicarla en grupos focales constituidos por la parte interesada junto con el grupo de la empresa desarrolladora (comercial, analista(s), y/o desarrollador(es)), que le permitirá a este último captar esas ideas como requisitos o elementos del dominio del problema según el caso.

En estos grupos focales mencionados el comercial es el rol interlocutor con la parte interesada; este sólo es necesario en las etapas tempranas de un proyecto para definir los aspectos problemáticos y las propuestas de valor. Este es una persona con los perfiles comerciales habituales como el de ser amable con un lenguaje positivo, con habilidades sociales, etc., a las cuales adicionalmente es necesario que tenga un conocimiento técnico del tipo de proyectos de su organización.

Junto con el comercial es indispensable que asista a las reuniones el rol del analista, una vez superada la etapa inicial de introducción comercial. Este rol



se enfoca en los aspectos de generación de valor al negocio y en entender el dominio del problema, es el traductor o puente entre la parte interesada y el grupo desarrollador.

Por último se encuentra el rol del desarrollador (opcional en esta etapa) que se enfoca en los aspectos técnicos del problema, trata de entenderlo, de comprender lo técnico a nivel del negocio, y de aclarar dudas, y de identificar mentalmente los retos de la solución técnica, sin presentárselas al cliente. Por parte del grupo desarrollador mínimo se debe participar en pareja, de esta manera uno pueda preguntar y otro pueda tomar apuntes, no es recomendado grabar las secciones esto garantiza que el grupo tenga su completa atención en la sesión (evitan postergar análisis, preguntas o la descripción de aspectos importantes).

A pesar de las diferencias entre organizaciones, todas definen el problema, la propuesta de valor, y la unificación de criterios del proyecto, en las etapas iniciales lo que les da contexto y entendimiento para la captura de requisitos. Para algunas empresas lo mencionado es intuitivo, en otras el personal es consciente de este proceso de comprensión y claridad que le permite definir de buena forma los requisitos. Lo anterior se puede justificar en el hecho de que todas las empresas en estudio trabajan con precios fijos y plantean un proyecto por un monto determinado (ver el inicio de Planeación del proyecto en la fase de inicio).

Para capturar los requisitos los mecanismos que usan las empresas son similares. En las etapas iniciales para este perfil de proyectos además aparece como mecanismo de captura los términos de referencia. De este se comprende el problema, y se extrae como sentencias propositiva lo que se quiere del producto (requisitos), que está constituido por narrativas, combinada con afirmaciones, restricciones, y documentación técnica específica del proyecto. En estas circunstancias además aparece la visita a sitio, para observar el proceso, pero esta se puede ver como una particularidad de la reunión con el

grupo focal en donde se usa la entrevista. Con la visita se pretende entender el dominio del problema, y el propio entorno (proceso) donde se aplicará la solución tecnológica.

El mecanismo de la entrevista es el más usado para capturar los requisitos, en donde la parte interesada relata lo que quiere y el grupo desarrollador pregunta estratégicamente para ayudar a la parte interesada a identificar los requisitos a partir de sus necesidades y oportunidades. La entrevista se aplica en ambas fases, en la de inicio se utiliza para obtener las generalidades (captura) y así poder dimensionar el proyecto, y en la fase de implementación se utiliza para describir el requisito en detalle (refinarlo), para poderlo analizar, desarrollar, con la finalidad de implementarlo y probarlo. Para el proceso propuesto se propone la técnica de formulación de proyectos de GIACUC y Bermit para la etapa inicial, como alternativa para la formulación de un proyecto se encuentran las técnicas del enfoque ágil, pero involucra contratos flexibles a los que las organizaciones en estudio ni sus clientes están acostumbrados (para esto además se debería buscar cómo se plantean estos proyectos en este escenario de enfoque ágil, ojo es la planeación global no la de una iteración). Para la fase de desarrollo se propone el refinamiento del requisito mediante historias o casos de uso 2.0.

Independiente de la forma en que sean desarrollados o capturados los requisitos, por la forma de contratar de las empresas las sentencias pasivas hay que concebirlas como artefactos mantenibles en el ciclo de vida del proyecto, debido a que los contratos son negociados contra ellos antes que el requisito sea desarrollado. En el contexto del proceso, entonces las sentencias pasivas, son desarrolladas, perfeccionadas, o hacen parte integrantes de las historias o casos de uso. Utilizando casos de uso, una vez formulados estos, los requisitos funcionales dejan de ser mantenidos y se pueden pasar a un estado de no mantenidos, o a espera de ser validado en la prueba de aceptación una vez recorrido el CU (un aspecto a verificar en la ejecución del CU). Esto es posible debido a que al CU asignado, al ser desarrollado contiene

al requisito y lo perfecciona, utilizándose el requisito sólo como criterio de aceptación del cliente cuando el caso de uso es desplegado una vez implementado. En cuanto a los requisitos no funcionales estos pueden seguir siendo mantenidos como parte integrante de los CU, como características o restricciones de los mismos, siendo utilizados igualmente como criterios de aceptación (un aspecto a verificar en la ejecución del CU), y siendo un insumo para la Validación y prueba, generando por ejemplo pruebas de estrés o de restricciones temporales.

Todas las empresas utilizan algún mecanismo para registrar o documentar requisitos, soportado en herramientas, en general las organizaciones utilizan aplicaciones ofimáticas para ello. Se utilizan procesadores de texto principalmente y también hojas de cálculo. En el estudio se encontró que sólo una de las empresas utiliza herramientas especializada para la captura y gestión de requisitos. En este escenario, y para la formulación de un proceso es importante determinar una(s) herramienta(s) que de forma confiable asegure el trabajo y lo facilite. Para esto a un nivel básico se plantean dos alternativas que podrían ser complementarias.

Inicialmente se recomienda capturar los requisitos (sentencias pasivas) en hojas de cálculo tipo WEB, que de acuerdo a la cultura organizacional podría ser ajustado quitando o agregando campos (definir un formato base). Esto mejora con respecto a procesadores de texto, que se les puede asignar una columna de número, prioridad, facilita la organización u ordenamiento por algún tipo de criterio, ingreso concurrente de diferentes usuarios, historial, entre otras ventajas, dejando solamente lo que en verdad utilizan los miembros del equipo, quitando lo demás (Lean y ágil); esta estrategia no funciona para el desarrollo del requisito de la cual se habla más adelante.

Como alternativa (o complemento) para el requisito capturado, está documentarlo en físico (sentencias pasivas) utilizando memos como mecanismo tangible de desarrollo del requisito, esto junto con un tablero

(captura cada proyecto en Kanban, en un tamaño manejable) es una excelente forma de gestión visual del requisito, compatible con CU, historias, o simplemente sentencias pasivas. Por ejemplo para los CU se pueden utilizar memos o tarjetas en donde quepa la narrativa, pudiendo utilizar memos más pequeños para los requisitos capturados (sentencias pasivas) que son asignados a un CU. Se pueden colocar mecanismos Kanban para definir el estado, se puede numerar, asociar, etc. Hay que describir toda una técnica para este desarrollo, se puede, ver ejemplos en el eBook de CU 2.0, Kanan, en ágil, SCRUM, tarjetas tipo SEMAT, etc., como medios de inspiración.

Como un paso adicional en la captura tangible del requisito, su desarrollo, mejorando en aspectos como la trazabilidad, históricos, acceso, seguimiento, asignación, planeación, incidentes, etc. Sería recomendable el uso de herramientas especializadas en la gestión de requisitos e incidencias que brindan todas estas funcionalidades y ventajas. El implementar este tipo de herramientas necesita un campo fértil, y este sería el haber afianzado en el uso de procedimientos explícitos (ágiles y sencillos), que le facilite el trabajo a la empresa para desarrollar los requisitos, así una vez desplegado su forma de trabajar en estas herramientas, entonces se podría valorar aspectos más sofisticados que les permita crear métricas de sus requisitos, y mejorar la forma de trabajar mediante el análisis de la información adicional recopilada con las herramientas.

De las empresas en estudio, las de automatización son las que han implementado formatos relacionado con la captura de requisitos. A pesar de ello se encuentra que el personal muestra resistencia en su uso, admiten que no siempre lo usan, pero mencionan que lo consideran importante. Para los Casos de uso e historias se recomienda que estas sean vistas como formas de trabajar más que un documento electrónico u hoja que hay que rellenar como un formulario. Desde la perspectiva ágil y lean, y para los casos necesarios es recomendable antes de establecer formatos y hacer énfasis en generación documental, se prefiere plantear listas de verificación, o recomendaciones de

forma de trabajar (mejores prácticas), entendiendo el equipo, que hay aspectos importantes de estas herramientas diseñadas para mejorar la comprensión, captura, mientras le genera poco trabajo adicional en el proceso y le ahorra mucho esfuerzo después.

En los casos particulares de proyectos en donde la solución tecnológica interactúa con elementos físicos controlables, es indispensable la definición y capturas de variables de proceso. En estos casos un formato para la captura de las variables de procesos es importante, para registrar aspectos como por ejemplo, tipos de materiales, o de tanques, condiciones, rangos, etc., o mejor aún el establecer una lista de verificación para una correcta captura de la información, más que preocuparse por llenar un formato. En todo caso esto debería ser adaptado a (formatos, o verificaciones) a la forma de trabajar de cada organización.

En casos excepcionales en proyectos que así lo requieran se podrían usar la técnica de especificar MOCKUPS para las interfaces de usuario, ya sean pantallas o interfaces físicas demostrativas (3D es lo más fácil, con definiciones de botones, palancas, etc.), con la finalidad de explorar y comprender una(s) funcionalidad(es). La definición de formas, posiciones de controles, etc. del diseño Industrial, serían la contrapartida de la definición en borrador de las interfaces de usuario.

### **Procedimiento de análisis de requisitos.**

La intervención por parte del cliente en la parte de requisitos se hace principalmente para definir los requisitos, no siempre participar en el proceso de análisis, o validación de los requisitos ya depurados. Lo anterior no quiere decir que no participen en el refinamiento del requisito una vez aprobado el proyecto, lo que se sintetiza de las entrevistas realizadas, es que el cliente por supuesto participa en etapas más allá del planteamiento, pero lo hace principalmente como fuente de detalle para el refinamiento. En la mayoría de

los casos el análisis de requisitos es una actividad interna para plantear, costear, definir las actividades del desarrollo, y concretar las bases de lo que se diseñara e implementara por parte de la empresa desarrolladora, postergando en estos casos la validación del requisito por parte del cliente directamente al producto terminado. Para el proceso de acuerdo a las problemáticas contadas por las organizaciones y lo encontrado en el estado del arte, es prudente plantear una evaluación intermedia del cliente una vez analizado el requisito, como medio de acuerdo previo a la implementación.

Todas las organizaciones en el estudio cuentan con la actividad de analizar los requisitos una vez capturados, con algunas particularidades para el investigador debido a la captura de requisitos por objetivos. Entre los aspectos comunes encontrados se encuentran que estos son agrupados por similitud, o por complejidad, actividades que en el proceso debería continuar. Las agrupaciones, jerarquización y en general las relaciones entre requisitos permiten, contribuir a comprenderlos y dado el caso a identificar si están completos y son coherentes.

Hay veces que los deseos del cliente no son factibles poderlos realizar con las limitantes propias del proyecto, o a las cuales se les puede plantear alternativas; he aquí la importancia de la traducción técnica. En ocasiones clientes con algún tipo de conocimiento en el desarrollo de productos tecnológicos proponen ideas bajo su criterio, como recortes de lo que debería hacerse o no, y en general hacen propuestas de lo que debería ser la solución tecnológica. Si bien que el que el cliente se involucre lo más que se pueda en el proyecto es deseable, se recomienda separar la actividad de captura (con el cliente), del análisis (grupo desarrollador), y la de validación del desarrollo del requisitos (en conjunto).

Como artefacto tangible del análisis surge la especificación detallada del requisito que como se ha dicho define la implementación, y por lo tanto es responsabilidad del grupo desarrollador, en otras palabras es una traducción

técnica del requisito hecha por el analista del sistema. Pensando siempre en la mayor generación de valor, se propone separar claramente la necesidad (requisito capturado) mediante las sentencias declarativas en voz pasiva (planteada por el cliente y analizada por la empresa desarrolladora), contra la especificación técnica de la solución en voz activa (requisito refinado) que normalmente describirán la funcionalidad del sistema (planteada por los desarrolladores y validada por el cliente). De esta forma se tiene claro a nivel de negocio que es lo importante (generador de valor), y que las propuestas de desarrollo es una alternativa para generarlo.

En cuanto a artefactos se plantean dos posibilidades para el proceso, las historias y los casos de uso 2.0. Para el detalle técnico en voz activa en donde sean explorados los escenarios, se recomiendan dos alternativas, las “historias” con por lo menos la especificación, y prueba funcional, y las “narrativas de casos de uso”, con sus flujo principal, flujos alternativos, y sus casos de pruebas. En cuanto a los casos de uso se propone la técnica de CU v2.0 fusionado con ICONIX y DDT, adaptada por GIACUC y Bermit, la cual hay que definir como práctica con un perfil adicional de hardware. Esta prácticas además pueden ser reemplazadas por el refinamiento de requisitos mediante historias para lo que hay que indagar exactamente en qué parte de las prácticas ágiles la mencionan para procurar su adaptación; mediante el análisis de la técnica de historias y su adaptación a los sistemas electrónicos y embebidos. Una propuesta inicial para las historias en el contexto electrónico sería la descripción de una pequeña funcionalidad que entrega algo de valor al cliente y puede ser verificada mediante algo concreto en el proceso con el que interactúa, o una adecuada reacción ante excitaciones de señales.

En la traducción técnica o definición de requisitos del sistema también es importante la definición de variables, parámetros de operación, junto con sus rangos, que limitan, definen, o se relacionan con los requisitos; estas son las características de las soluciones tecnológicas en la interacción con el entorno, pero que no hacen parte del procesamiento lógico. Si esto no fue capturado, el

análisis es el momento apropiado para darse cuenta de ello, y hacerlo. Estos aspectos pueden ser relacionados a las CU o historias pertinentes a estas limitaciones, variables. etc., manteniéndose en descripciones separadas si abarcan un amplio número de CU o historias (o como una sofisticación avanzada formulados como aspectos).

Otra actividad incluida en el análisis de alta prioridad, que es indispensable una vez capturado el requisito es hacer una priorización de requisitos, ordenando de mayor importancia a menor. La priorización es necesaria en las dos fases planteadas "inicio" y "desarrollo". En la de inicio es necesario para el dimensionamiento y establecimiento de costos, concentrando el análisis en estos aspectos; debido al tipo de proyectos abordados por las organizaciones con propuestas cerrada (precio, alcance, y tiempo). En cuanto a la fase de desarrollo se usa la priorización para abordar lo más importante para el momento del inicio de una nueva iteración. En cuanto a lo importante esto se define como el desarrollo que más valor le entrega al cliente, junto con aspectos arquitectónicos, o mitigación de riesgos indispensables para la viabilidad de la propuesta de valor a desarrollar o ya desarrollada.

Desde la disciplina de análisis no es necesario el planteamiento de alternativas de solución técnica, se hace una sola. El enfoque como se ha descrito es el plantear el análisis mediante la definición de los estados, acciones y usos de la solución tecnológica acorde a la arquitectura básica planteada en la fase de inicio, y refinada progresivamente en la de desarrollo. En este sentido en el análisis se concentra en describir “qué debería hacer” la solución tecnológica, sin llegar al “con que” se debe desarrollar. Esto se debe realizar evitando la parálisis del análisis o diseño, para lo que hay que ser pragmáticos, se debe pensar en la solución concreta al analizar, más sin embargo para restar complejidad a esta actividad se concentra en funcionalidades internas que se deben desarrollar, sin pensar hasta el momento en el “con qué” o el “cómo se hará esa funcionalidad”, esto se posterga para el diseño e implementación de la funcionalidad.



Además del “requisito refinado” como artefacto del análisis, sería de gran ayuda definir otro del tipo diagrama conceptual que complementa visualmente al requisito refinado, teniendo para él la claridad de las diferencias entre los aspectos que aborda la Ingeniería electrónica de procesamiento lógico de datos y la de adecuaciones y la adecuación y procesamiento de señales electromagnéticas. Hasta el momento del presente trabajo se proponen diagramas de bloques que pueden ser representados formalmente como componentes de UML o estructuras de SysML, y diagramas de estados como planteamiento de solución técnica que refinan los estados a nivel de negocio (revisar nuevamente las propuestas de ICONIX para sistemas embebidos, y buscar alternativas adicionales). Para esta versión del proceso no se llegó a describir completamente un artefacto de análisis (diagrama) que cumpla con las necesidades de todas (generalidad) las empresas en el estudio, así como lo hace el diagrama robusto de ICONIX para el desarrollo de software guiado por casos de uso.

Una forma de demostrarle a las organizaciones las ventajas de calidad en el producto final, o en otras palabras, cómo se puede justificar la inversión de tiempo en el análisis; ante esto se puede decir que esta estrategia permite definir los criterios de aceptación, que a su vez define cuando se termina, y delimitan claramente el fin de un aspecto del desarrollo. Otro aspecto importante es el de poder definir hasta dónde debe llegar la solución tecnológica para obtener el valor requerido bajo las restricciones del proyecto. Así por ejemplo se puede cumplir un requisito capturado, analizando la alternativa de solución básica que cumple con menor esfuerzo la necesidad planteada.

Otro aspecto a resaltar es que en las organizaciones en estudio el rol de asegurador de la calidad, en el análisis de requisitos está ausente, y no debería ser así. Dentro de la agilidad el desarrollador debería asumir a la vez el rol de especificar la prueba de lo que va a implementar, mientras que la función del asegurador de la calidad (QA Quality Assistant si estuviera disponible) en

Aseguramiento de la calidad de los productos, sería el de asistir “ayudando en todo el proceso de desarrollo: Product Owner a expresar sus requisitos de forma testeable, al diseñador para que haga una arquitectura y diseño testeables, etc.” y a verificar o validar los entregables al cliente. Plantear un refinamiento de requisitos desde la perspectiva de la calidad y la prueba no debería ser burocrático; hay análisis en el enfoque ágil, la descripción de la historia y los CU 2.0 cumplen lo planteado sin dejar la agilidad. En este sentido la historia debe ser escrita de forma que pueda ser verificada, o en otras palabras la historia y su prueba deben ser creadas al tiempo, convirtiéndose a la vez en los criterios de aceptación o validación, y en la documentación de ejemplos de cómo debería funcionar el requisito.

La etapa final propuesta para el análisis es la validación del requisito refinado por parte del cliente. Esta es una labor en conjunto en donde se da el visto bueno a la propuesta del grupo desarrollador. Esto no debería ser traumático, ni difícil debido a que lo presentado al cliente es el resultado del acuerdo al que han llegado el grupo desarrollado con la parte interesada durante el análisis. En la validación del “requisito refinado” también se aborda las pruebas de su aceptación, y de cómo este cumple con el “requisito capturado”. Debido a que esta actividad involucra una aprobación por parte del cliente, se propone en lo posible que esta se haga con un solo representante escogido de la parte interesada el cual representa de buena forma los intereses del cliente, y haya participado necesariamente en la captura y refinamientos de requisitos. Esta recomendación también es una forma pragmática de resolver requisitos contradictorios, al reunirse con el representante por parte del cliente con mayor jerarquía y dejar que este lo define.

### **Aspectos organizacionales del desarrollo de requisito**

Un inconveniente habitual es la definición de los requisitos con solo un subconjunto de la parte interesada que normalmente es el que define los términos de referencia o los aspectos contractuales. Una vez iniciado el

proyecto la definición, especificación y desarrollo del requisito normalmente queda a cargo del equipo de ingeniería quien interactúa con el subconjunto de la parte interesada involucrados en la operación del negocio como ingenieros, operarios, usuarios, entre otros. Así mismo en algunas de las empresas privadas (BioInge y Bermit se excluyen de esto) hay una separación organizacional por parte de la empresa desarrolladora, en donde quien captura inicialmente el requisito es normalmente un rol asumido por la parte comercial, y por otro lado quien lo analiza y desarrolla es el departamento técnico o de ingeniería. Esto según comentan las empresas obedece a que la venta de servicios es un proceso primordial para la subsistencia organizacional.

Sin embargo se encontró que para todos los casos en donde se trabaja de esta forma hay problemas en la transmisión eficiente del requisito entre el rol que captura, y los desarrolladores que lo ejecutan, y lo recibe una vez aprobado el proyecto, siendo habitual el re-trabajo debido a que la captura es realizada nuevamente por el nuevo personal. De acuerdo a esto se ha recomendado con anterioridad que en el proceso de captura participe por lo menos el rol de analista, y así poder plantear un dimensionamiento inicial más real, y evitar un paso abrupto al desarrollo una vez iniciado el proyecto.

En cuanto a la realización de los requisitos, los aspectos organizacionales y los principios ágiles. Se tiene que en los requisitos para las empresas en el estudio se encontró que la captura y su análisis tiene mucho de gestión humana, en donde no sólo es sólo una actividad de ingeniería que consigue la traducción técnica de unas necesidades, sino que hay mucho de interacción, interpretación, afinidad, simpatía despertada, sentido común, para poder consolidar y plantear las soluciones consensuadas con el cliente a los retos planteados.

## **9. RESULTADOS**

En esta sección se explica los resultados obtenidos después del análisis realizado (ítem anterior). Dentro de este proyecto de grado se presenta una descripción general del proceso HAR'D Snow (principal resultado del proyecto macro de maestría) para después explicar los resultados correspondientes a esta investigación (disciplina de requisitos en HAR'D Snow).

### **9.1. PROCESO HAR'D SNOW**

El proceso HAR'D Snow es un proceso de tipo ágil para el desarrollo de Hardware (sistemas electrónicos/informáticos). El proceso cuenta principalmente con un núcleo que lo define y además le da su identidad haciendo recordar un muñeco (pintoresco) de nieve, de allí su apellido Snow. El nombre HAR'D además de aludir a Hardware es la sigla de "Hardware Agile Rational's Development" o Desarrollo de Hardware Agile Racional.

HAR'D Snow se constituye principalmente por tareas, disciplinas, roles, y artefactos. El núcleo o cuerpo se encuentra conformado por tres esferas (roja, amarilla y verde), representando respectivamente iteración, verificación y liberación, que al repetirse constituye el ciclo de vida del proyecto. A continuación se muestra la gráfica de la composición del núcleo del proceso.

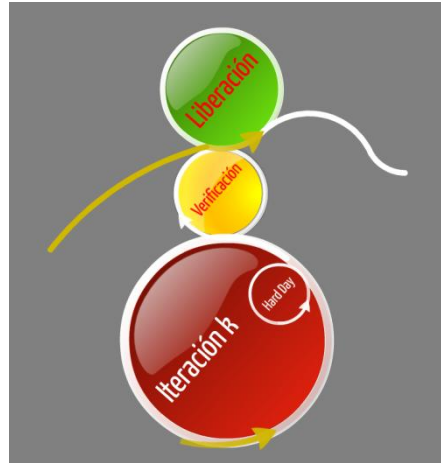


Figura 10. Núcleo del proceso HAR'D Snow. Representación y sinergia entre una iteración, su verificación y la liberación.

Cada esfera simboliza cada una de las partes del núcleo, que son presentadas y explicadas brevemente.

### **Iteración**

La iteración consiste en un micro proyecto con un alcance definido, unos recursos asignados, y con una duración fija predeterminada, la cual en el proceso HAR'D Snow se repite varias veces durante el ciclo de vida del proyecto. Dentro de cada una de ellas se desarrollan varias disciplinas que a su vez definen las actividades de la iteración, a fin de producir una parte del producto entregable de acuerdo al alcance establecido para ella.

Dentro del proceso HAR'D Snow la iteración se propone con un tiempo de duración corto (de 2 a 6 semanas), recomendando 3 semanas lo que permite 3 reuniones con el cliente para mostrar adelantos por cada 2 meses de trabajo. En su interior (cómo se puede observar en la figura) se puede ver la disciplina transversal de gestión de proyectos y el HAR'D Day que a su vez se establece como la estructura que permite medir los avances y el instrumento que permite la gestión y control sobre las actividades (incidencias) que se realizan diariamente, definidas dentro de cada disciplina soportada.



Figura 11. Representación de una iteración dentro del proceso HAR'D Snow.

## HAR'D Day

El HAR'D Day es un día de trabajo que consiste en una unidad de producción ágil que genera poco a poco los productos para el cliente o pequeños incrementos que de forma acumulativa genera entregables de valor al final de la iteración. Adicionalmente permite hacer seguimiento, monitorear, y medir el avance de las incidencias comprometidas. El Daily HAR'D es un mecanismo concreto de control para que el HAR'D Day opere correctamente, buscando que el esfuerzo realizado sea efectivo y eficiente.

Las disciplinas dentro del HAR'D Day implican construcciones o desarrollos finos y específicas, como el análisis de un requisito, su propuesta técnica conceptual, el diseño de un circuito, la configuración de hardware, la programación un método para un sistemas embebidos, o descripción, construcción de sistemas digitales FPGA y lógica cableada. Estas disciplinas de ingeniería se pueden observar en la circunferencia del HAR'D Day mostrada a continuación en la siguiente figura.



Figura 12. HAR'D Day

## Verificación

En el centro del núcleo se encuentra la verificación, en esta se comprueba que cada artefacto generado en la iteración cumpla con las funcionalidades y entrega de valor al cliente. Esta comprobación se realiza en entornos controlados o laboratorios (no sobre el proceso del negocio real), con las pruebas de aceptación, que consisten en escenarios de pruebas desde la perspectiva del cliente, a partir de las narrativas de casos de uso o las historias.

## Liberación

La cabeza de Snow es la liberación que corresponde a la etapa de validación. Aquí se prueban los componentes y las funcionalidades en el ambiente real de uso, abarcando además las pruebas de aceptación de varias iteraciones, diferenciándose con la verificación en el ámbito y el entorno de prueba.

## Ciclo de vida del proyecto

El proceso HAR'D Snow como se había mencionado anteriormente cuenta con un núcleo que se compone por la iteraciones, verificación y liberación. Esta

estructura se repite varias veces a lo largo del proyecto creando el ciclo de vida del mismo. Para el proceso HAR'D Snow se han propuesto tres etapas, que son fase de inicio, fase de construcción y fase de puesta a punto.

El proceso se repite en pequeñas iteraciones que están compuestas por el círculo rojo y el amarillo, y en iteraciones de liberación que cuentan adicionalmente con la validación ante el cliente. Esto se repite “n” veces hasta llegar a cumplir todas las funcionalidades del proyecto. A continuación se muestra el ciclo de vida del proceso HAR'D Snow, el cual es un modelo tipo iterativo, con pequeños incrementos que entregan componentes tangibles de valor (Soluciones parciales) al cliente.



Figura 13. Ciclo de vida del Proceso HAR'D Snow

### Fase de inicio

La fase de inicio tiene como fin concebir el proyecto, es donde se realiza la planeación inicial definiendo para el proyecto su alcance, los costos/recursos, y el tiempo para desarrollarlo. Está fase se cierra cuando se logra consolidar una propuesta comercial con las funcionalidades que generan valor, a partir de una propuesta arquitectónica de la solución tecnológica que suple las necesidades del cliente.



La primera que participa es la disciplina de requisitos, que en esta etapa tiene como fin comprender el dominio del problema, y la definición de requisitos y criterios de aceptación. En la figura se puede observar las actividades que contiene la disciplina de requisitos en la fase de inicio.

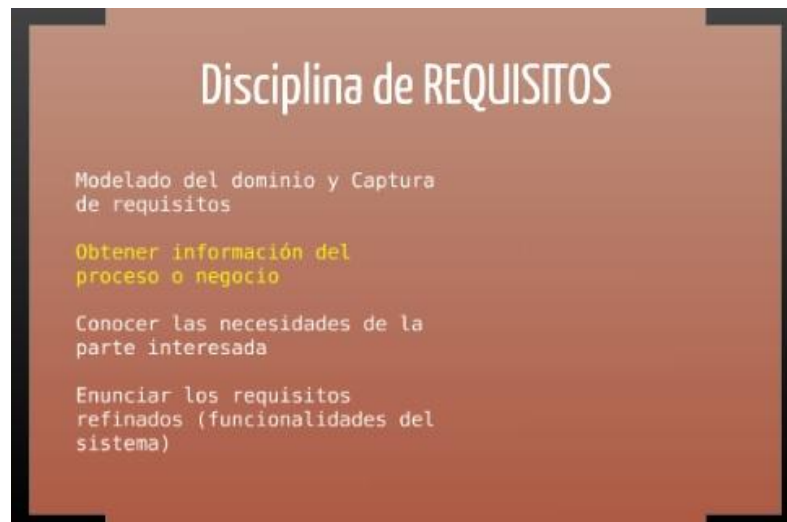


Figura 14. Disciplina de requisitos en la fase de inicio de HAR'D Snow

Para cumplir con lo anterior se genera la estructura conceptual del problema y se define un lenguaje común entre el cliente y el grupo de desarrolladores. Esto se realiza por medio del modelado del dominio y la captura los requisitos o las necesidades del cliente, a través de reuniones o entrevistas con el cliente, obteniendo los conceptos o términos del proyecto y los requisitos del mismo. Adicionalmente en los proyectos que implican la automatización de procesos, electrónica y tecnología en general, es posible obtener información del proceso del negocio a ser intervenido. Lo anterior implica comprender en el dominio del problema los ámbitos de otras disciplinas de ingeniería (mecánica, química, industrial, etc.) o profesiones, que describen el proceso del negocio y las restricciones o características de la solución a ser implementada.

En las reuniones el cliente expresa los requisitos (requisitos capturados), luego el grupo formulador los analiza desde la perspectiva de entrega de valor formulando las funcionalidades del sistema y sus restricciones, actividad denominada enunciar los requisitos refinados, que dirige la formulación y desarrollo del proyecto. Estos requisitos tienen la particularidad que cumplen o

satisfacen los requisitos capturados del cliente pero enunciados de forma compatible con el desarrollo del producto, es decir que sean claros, medibles, probables y alineados a las funcionalidades de la propuesta valor para el cliente, para el desarrollo de una solución tecnológica electrónico/informática.

### Fase de construcción

Esta fase empieza a partir de la propuesta comercial. Con lo definido para el proyecto, se construye la solución electrónico/informática, de forma iterativa se van realizando y entregando las funcionales que le dan valor al cliente, como se muestra en la siguiente gráfica.



Figura 15. Fase de construcción del ciclo de vida del proceso HAR'D Snow.

En esta fase se construye el sistema completo a lo largo de la mayor parte del tiempo destinado para el proyecto, para ello el sistema desarrollado se divide en funcionalidades entregadas parcialmente en liberaciones, que se pueden ver como mini-proyectos que entregan valor a mediano plazo, pero que en realidad son hechas mediante micro-proyectos continuos (iteraciones), y sus puntos de verificación al final de ellos para el manejo de la complejidad. De esta forma mediante el núcleo del proceso se hacen iteraciones que llegan a las validaciones en los puntos de liberación que a su vez se alimenta de las verificaciones anteriores y en las que está presente el cliente para su aceptación.

La dirección del resto de actividades siempre se aborda con la disciplina de requisitos, que participa en la iteración con el refinamiento de los requisitos que están implicados en esta (Figura). Luego con el proyecto aprobado se procede en cada iteración a detallar cada requisito refinado (funcionalidad usuario-sistema validable y que entrega valor), para con él, dirigir el resto de actividades de ingeniería. En general los procedimientos de captura, enunciado y refinamiento de los requisitos, se logran mediante la obtención de las generalidades de las funcionalidades en reuniones con la parte interesada, para que después el analista pueda garantizar su coherencia/cohesión, su registro, o la narrativa que describe el requisito refinado. Para lograr esto el proceso soporta dos técnicas de requisitos, las historias de usuario de XP, y la más general que cubija a la anterior, casos de uso 2.0.



Figura 16. Disciplina de requisitos en la fase de construcción de HAR'D Snow.

### **Fase puesta a punto**

La fase de puesta a punto es propia de los proyectos electrónicos y de computación. Esta se asemeja mucho a las iteraciones anteriores y consiste en una pequeña fase de construcción enfocada en la integración y entrega de todo el sistema. Adicionalmente en esta fase no se hacen verificaciones, sino pruebas de validación directas en los entornos reales de instalación de la solución o en el ambiente del usuario final.

## **9.2. DISCIPLINA DE REQUISITOS**

Esta disciplina explica cómo identificar las necesidades y solicitudes de los interesados y transformarlas en un conjunto de requisitos que cubran el ámbito del sistema que va a crearse.

La finalidad de la disciplina de requisitos, según el proceso unificado de racional es:

- Establecer y mantener un acuerdo con los clientes y otros interesados acerca de lo que debe hacer el sistema.
- Que los desarrolladores cuenten con un buen conocimiento de los requisitos del sistema.
- Definir los límites del sistema (delimitar).
- Proporcionar una base para planificar el contenido técnico de las iteraciones.
- Proporcionar una base para la estimación del costo y tiempo de desarrollo del sistema.

En la fase de inicio la disciplina de requisitos tiene como objetivos definir el alcance del sistema, identificar los requisitos del sistema, enunciarlos y a partir de estos trazar el plan y propuesta comercial y de valor del proyecto al cliente. Esto permite también identificar la complejidad del sistema a desarrollar, la cantidad de esfuerzo que se requiere, los responsables que serán asignados, entre otras.

En la fase de construcción esta disciplina busca detallar los requisitos enunciados en la fase de inicio, y realizar la gestión en los cambios que se den en los requisitos durante la ejecución del proyecto.

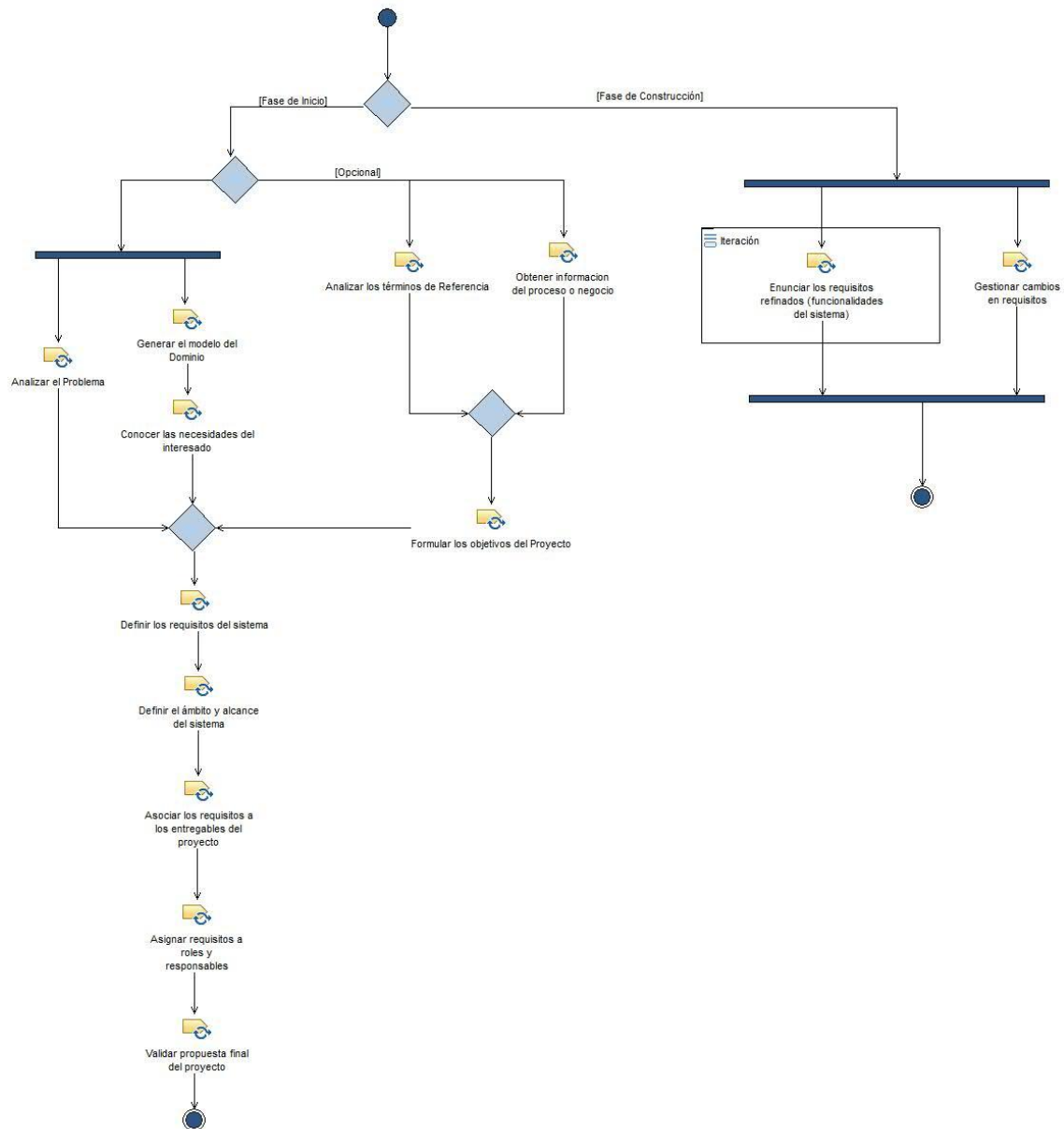


Figura 17. Flujo grama Disciplina de Requisitos en EPF Composer

La siguiente tabla expresa de forma general el propósito y breve descripción de cada actividad de la disciplina de requisitos.

Tabla 1. Actividades en la Disciplina de Requisitos

Actividad	Descripción	Propósito
Asociar los requisitos a los entregables del proyecto	Para realizar trazabilidad en el proyecto y poder relacionar los artefactos, componentes y productos entregables del proyecto, estos deben asociarse a los requisitos que satisfacen o implementan.	Asociar los requisitos a los componentes que los implementan para poder ser trazables.
Asignar requisitos a roles y responsables	Los requisitos son asignados a los roles o responsables que se encargarán de su análisis y posterior diseño e implementación de componentes que los satisfacen.	Generar el compromiso de los roles e integrantes del equipo en el cumplimiento de los requisitos.
Analizar los términos de Referencia	A partir de los términos de referencia se identifican requisitos capturados y especificaciones que deben cumplir la solución.	Identificar requisitos capturados a partir de los términos de referencia.
Analizar el Problema	Al inicio del proyecto se debe analizar el problema o necesidad del cliente a través de visitas, entrevistas y observaciones en sitio.	Conocer el problema o necesidad del cliente, su complejidad y características.
Conocer las necesidades del interesado	Durante el análisis del problema, se realiza la captura de requisitos del cliente (requisitos del sistema) para identificar las necesidades.	Identificar los requisitos capturados.
Definir el ámbito y alcance del sistema	A partir de los requisitos del sistema, determinar el alcance del proyecto,	Determinar qué requisitos harán parte de la propuesta, el

	cuantos requisitos se deberán cumplir, cuáles, de acuerdo al presupuesto, esfuerzo y plan del proyecto.	alcance de la misma dentro del presupuesto y valor comercial de la misma.
Definir los requisitos del sistema	A partir de los requisitos capturados, enunciar formalmente aquellos que harán parte del sistema.	Identificar y enumerar los requisitos del sistema.
Enunciar los requisitos refinados (funcionalidades del sistema)	Con base en los requisitos del sistema identificar y nombrar los requisitos refinados (Casos de uso o historias).	Identificar y dar nombre a los requisitos refinados (Casos de Uso o Historias)
Formular los objetivos del Proyecto	Para proyectos de investigación o con estructura metodológica, enunciar los objetivos general y específicos de acuerdo alcance y ámbito del proyecto.	Establecer el objetivo general y específicos del proyecto.
Generar el modelo del Dominio	Establecer un conjunto de términos comunes pertenecientes al proyecto junto a sus relaciones, para unificar conceptos de los clientes y desarrolladores.	Generar un lenguaje común a todos los participantes e identificar las relaciones entre los sustantivos pertenecientes al problema.
Gestionar cambios en requisitos	Evaluar el impacto de los cambios en los requisitos, e identificar las modificaciones que estos generan en la trazabilidad del proyecto.	Evaluar y gestionar las modificaciones en el proyecto, generadas por los cambios en los requisitos.
Obtener información del proceso del negocio	Recopilar toda la información necesaria del negocio o proceso a intervenir que posea el cliente.	Adquirir la información necesaria del proceso sobre el cual se va a trabajar.

Validar propuesta final del proyecto	Recibir aprobación del cliente de la propuesta comercial, su valor, alcance, compromiso y contenido.	Aprobar la propuesta comercial para dar inicio a la ejecución del proyecto.
--------------------------------------	--	---

### 9.3. CONSOLIDADO, RELACIÓN DE ACTIVIDADES ARTEFACTOS Y ROLES

Con el objetivo de lograr una mejor representación de resultados, a continuación se muestra una tabla que contiene la relación entre todas las disciplinas que partieron del proyecto macro de maestría con su respectiva consolidación de actividades, y sus artefactos y roles participantes, entre estas disciplinas se encuentra la disciplina de pruebas que es el resultado de esta investigación. Del lado izquierdo se muestran las disciplinas del proceso agrupadas en dos, las de ingenierías y las de soporte, junto a cada una de sus actividades. Por otro lado en la parte superior se muestran los roles participantes en las actividades, y los artefactos categorizados. Además en el centro se establece el tipo de relación entre la actividad, versus roles y artefactos, que se resumen a continuación.

<b>Símbolo</b>	<b>Implicación del rol o artefacto.</b>
"X"	Participación del rol
"op"	Participación opcional
"E"	Artefacto de entrada
"S"	Artefacto de salida
"E/S"	Artefacto de entrada y salida



Figura 18. Consolidado de las actividades, y sus artefactos y roles participantes en el proceso HAR'D Snow.

#### **9.4. APLICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PROCESO DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS EN UN CASO DE ESTUDIO**

En esta sección se muestra la aplicación de un caso de estudio, el cual se le aplica el proceso HAR'D Snow, específicamente la disciplina de requisitos (el resto de disciplinas sólo se ejecutaron en el proyecto macro de maestría y el conjunto de la aplicación de todas las disciplinas, dio como resultado el producto deseado). Este caso de estudio consta del desarrollo de un producto que permite alertar a las personas con hipoacusia sobre eventos que normalmente son de tipo sonoro buscando mejorar su calidad de vida.

##### **Fase de inicio**

La fase de inicio comenzó con el desarrollo de la disciplina de análisis y la actividad de captura de requisitos.

##### **Captura de requisitos**

El cliente tiene la solicitud de generar un sistema que alerte a las personas con hipoacusia sobre eventos tales como llamadas, alarmas y timbre, el sistema debe ser fácil de instalar y eficaz. El sistema será un brazalete que vibre y informe al portador sobre cual evento ha ocurrido (Si se activó la alarma, si se toca el timbre o si está sonando el teléfono).

A continuación se presentan los requisitos capturados del cliente, en este ítem aún no se han refinado los requisitos:

- El sistema alertará a las personas con hipoacusia si ocurre alguno de los siguientes eventos:
  - Llamada al teléfono.
  - Activación de la alarma de seguridad.
  - Persona tocando el timbre de la puerta.

- El sistema debe ser un brazalete electrónico que informe al portador sobre cualquier evento ocurrido.
- El sistema debe ser utilizado con tecnología inalámbrica.
- El sistema debe tener un alcance entre 20 metros.
- El sistema debe alertar e indicar exactamente qué evento ocurrió.

## Modelado del dominio

Basados en los requisitos planteados por el cliente y buscando un lenguaje común entre el cliente y los desarrolladores, se genera el siguiente modelo del dominio:

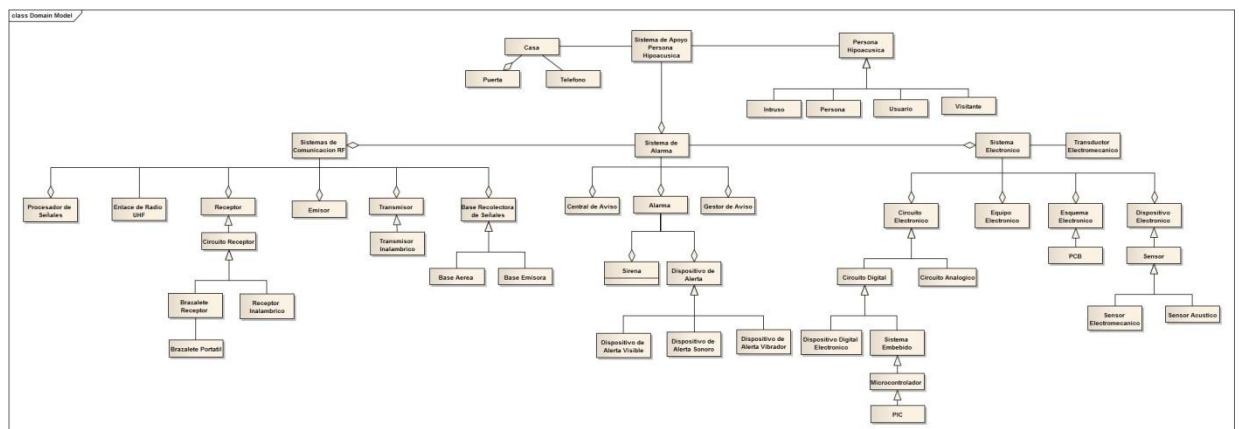


Figura 19. Modelado del dominio del caso de estudio.

Los términos incluidos en el modelo del dominio son los siguientes:

Tabla 2. Términos del modelo del dominio

Casa	Transductor electromecánico	PIC	Enlace de radio UHF
Puerta	Dispositivo electrónico	Sensor acústico	Receptor

Teléfono	Esquema electrónico	Sensor Electromecánico	Emisor
Sistema de apoyo persona hipoacúsica	Equipo electrónico	Central de aviso	Transmisor
Persona hipoacúsica	Circuito electrónico	Alarma	Transmisor inalámbrico
Intruso	Sensor	Gestor de aviso	Base recolectora de señales
Persona	PCB	Sirena	Base aerea
Usuario	Circuito analogico	Dispositivo de alerta	Base emisora
Visitante	Circuito digital	Dispositivo de alerta visible	Circuito receptor
Sistema de alarma	Dispositivo digital electrónico	Dispositivo de alerta sonoro	Brazalete receptor
Sistemas de comunicación RF	Sistema embebido	Dispositivo de alerta vibrador	Receptor inalámbrico
Sistema electrónico	Microcontrolador	Procesador de señal	Brazalete portatil

### Obtener información del proceso o negocio

Las siguientes condiciones o inconvenientes han sido observados por el cliente y son el punto de partida de los requisitos expresados por el cliente:

- Las casas están provistas de timbres de diversos sonidos, pero en muchos caso, los más económicos no poseen un volumen muy fuerte que sea capaz de oír una persona hipoacúsica.
- Si el domicilio posee teléfono, se presenta el mismo inconveniente del ítem anterior, pues los teléfonos, aunque se adapten para personas de baja

sensibilidad auditiva, los timbres que poseen no se puede elevar más allá de su volumen establecido en fábrica.

- El problema se agudiza lugares grandes y con más de un nivel, pues por lo general los sistemas de alarma y de llamada a puerta están en el primer piso.
- Los sistemas de alarma por lo general están conectadas a una base, la cual activa la sirena y si está automatizada, envía una señal a la policía. Pero es muy improbable de que la persona dueña del sitio esté enterada de en qué parte de la casa se activó la alarma.

### **Captura de requisitos y enunciado de requisitos refinados**

De acuerdo a los requisitos planteados por el representante del cliente, se determinan los siguientes requisitos refinados, la perspectiva es formulación de las funcionalidades desde la perspectiva de entrega de valor:

- **Verificar brazalete fuera de rango:** La persona hipoacúsica con el brazalete en su brazo se sale del rango de comunicación de uno o de varios módulos transmisores, el brazalete emite una alerta visual. Nota: Permite saber si el brazalete se encuentra operacional.
- **Alarmar evento de alerta:** Se activa la alarma de seguridad de la casa, se genera una alerta vibratoria y visual informando que hay una intromisión en su hogar.
- **Avisar llegada de un visitante:** Se toca el timbre de la puerta, se genera una alerta vibratoria y visual informando que hay alguna persona llamando a la puerta.
- **Avisar llamada entrante:** Se realiza una llamada telefónica a la casa, se genera una alerta vibratoria y visual informando que está entrando una llamada al teléfono fijo.

## **Fase de construcción**

En esta fase se procede a desarrollar las iteraciones que fueron anteriormente determinadas.

### **Iteración 1: Diseñar e implementación de un circuito receptor y del circuito transmisor.**

#### **Disciplina de Requisitos - Refinamiento de los Requisitos implicados en la iteración**

A continuación se muestra los casos de uso implicados en la iteración:

**CU brazalete receptor:** El sistema consta de un receptor inalámbrico cuya función principal es recibir todas las señales provenientes de los demás sistemas del proyecto. Así mismo contiene un microcontrolador que procesa la señal recibida a través del receptor y luego envía la señal de alerta correspondiente a la señal recibida a la persona hipoacúsica. El sistema también consta de un dispositivo móvil (brazalete) basado en un gestor de aviso que muestra lógicamente una serie de señales entendibles por la persona incapacitada (hipoacúsico).

#### **Rebanadas CU brazalete receptor:**

- Realizar la comunicación entre el brazalete receptor y el módulo circuito receptor.
- Procesar la señal recibida y enviar la señal de alerta que corresponde a la señal recibida.
- Recibir las señales que llegan del módulo circuito transmisor.

**CU Módulo circuito transmisor:** El sistema consta de un transmisor inalámbrico cuya función principal es enviar todas las señales provenientes de los demás sistemas del proyecto. Así mismo contiene un microcontrolador que

procesa las señales de los demás sistemas y prepara la comunicación del transmisor con el brazalete receptor.

#### **Rebanadas CU brazalete receptor:**

- Procesar las señales de todos los sistemas del proyecto.
- Preparar la comunicación del transmisor con el brazalete receptor.
- Transmitir las señales recibidas de los demás sistemas que componen el proyecto.

#### **Iteración 2: Diseño e implementación del caso de uso “teléfono” y “alertar no funcionamiento”**

##### **Requisitos**

Los requisitos que se van a cumplir son:

- **Avisar llamada entrante:** Se realiza una llamada telefónica a la casa, se genera una alerta vibratoria y visual informando que está entrando llamada al teléfono fijo.
- **Verificar conexión:** La persona hipoacúsica con el brazalete en su brazo se sale del rango de comunicación de uno o de varios módulos transmisores, el brazalete emite una alerta visual.

El entregable al final de la iteración será el módulo de hardware que permita detectar una llamada entrante y realizar la alerta correspondiente, igualmente el módulo transmisor, el cual es utilizado en los 3 eventos que deben generar una alerta.

#### **Disciplina de Requisitos - Refinamiento de los Requisitos implicados en la iteración**

##### **CU Detector llamada telefónica**

Este consta de una base emisora, conformada por una etapa que contiene sensor y procesar llamada telefónica entrante y otra etapa de captura y transmisión, cuya función se basa en detectar una serie de información

(señales) que le permitan a la persona hipoacúsica tener conocimiento de que hay una llamada entrante, esta recepción se hace a través de un dispositivo móvil (brazalete) basado al igual que todos los anteriores en un gestor de aviso, y un receptor inalámbrico que mostrará una serie de señales entendibles por la persona incapacitada (hipoacúsico).

### **Rebanadas CU**

- Sensor y procesar una llamada telefónica entrante.
- Capturar y transmitir la señal telefónica ya procesada hacia el brazalete emisor.

### **Iteración 3: Diseño e implementación del caso de uso “alarma” y “puerta”**

#### **Disciplina de Requisitos - Refinamiento de los Requisitos implicados en la iteración**

##### **CU Alarma:**

Este sistema consta de una base emisora, conformada por una etapa basada en sensor y procesar intrusión y otra etapa de captura y transmisor de señal de aviso, cuya función principal es detectar un tipo de señales que le permitan a la persona hipoacúsica percibir un aviso de que hay personas ajenas a su lugar de habita, esta recepción se hace a través de un dispositivo móvil (brazalete) basado en un gestor de aviso, y un receptor inalámbrico que muestra lógicamente una serie de señales entendibles por la persona incapacitada (hipoacúsico).

##### **Rebanadas del caso de uso:**

- Sensor y procesar la señal que alerta de una intrusión en la casa.
- Transmitir la alerta hacia el brazalete de la persona hipoacúsica.

##### **CU Puerta:**

Este sistema de igual forma que el anterior consta de una base emisora, pero conformada por una etapa basada en sensor y procesar señal de timbre y otra



etapa de captura y transmisor aviso, cuya función es recibir un tipo de señal que le permitan a la persona hipoacúsica percibir un aviso de que hay visitas en su hogar de habita, esta recepción se hace a través de un dispositivo móvil (brazalete) basado al igual que el anterior en un gestor de aviso, y un receptor inalámbrico que muestra lógicamente una serie de señales entendibles por la persona incapacitada (hipoacúsico).

#### **Rebanadas del caso de uso:**

- Sensor y procesar la señal del timbre.
- Transmitir la alerta hacia el brazalete de la persona hipoacúsica.

#### **Fase Puesta a Punto**

Luego de haber desarrollado todas las iteraciones de la fase de construcción, se llega a la fase de puesta a punto. En esta fase la validación del proyecto se realizó en el domicilio de la persona beneficiaria del proyecto y el médico encargado. El entorno de validación consta de una residencia de una planta de mediano tamaño y en la cual se ha instalado el sistema de apoyo para personas hipoacúsicas. Así mismo cada circuito se ha instalado de forma estratégica para que cumpla con su función, por ejemplo, los sensores de la alarma se ha instalado en ventanas, puertas y garaje, el circuito detector de llamada se ha instalado en un teléfono convencional y el módulo del circuito transmisor ha sido instalado en la sala de la casa a modo que pueda abarcar más cobertura en la casa.

## **10.CONCLUSIONES**

Una vez terminado este proyecto de grado las conclusiones alcanzadas con esta investigación son que las empresas desarrolladoras de productos y/o proyectos de ingeniería electrónica no poseen una metodología clara para la obtención de la necesidad de los clientes, estas obtienen los requisitos de forma incipiente sin tener una rigurosidad y un nivel de detalle que logre expresar correctamente lo que el cliente necesita.

Adicionalmente se encuentra una dispersión en la definición de los requisitos, tanto en el desarrollo del proyecto como en su gestión. También se identificó que el mal procedimiento en los requisitos y en los cambios de requisitos generan re-trabajo y al mal entendimiento de lo que necesita por lo que genera que las entregas no estén a tiempo, el esfuerzo y el coste se dispare y el grupo de trabajo se desmotive y entregue resultados incorrectos.

Por otra parte se identificó como principal problemática en las empresas objeto de estudio la existencia de una brecha en la comunicación entre el cliente y el grupo de trabajo, ya que se reúnen pocas veces y algunos clientes les cuesta definir y estructurar sus necesidades. A su vez los casos de uso se identificó como la herramienta principal para la gestión y desarrollo de requisitos de hardware. Es decir, los casos de uso son esenciales para el diseño y la especificación de lo que el cliente quiere, ya que con esta herramienta se permite modelar el proyecto desde el punto de vista del usuario, permitiendo así la comprensión completa de la solución.

En lo concerniente a las áreas de gestión de requisitos y desarrollo de requisitos no se encontró diferencias significativas entre el desarrollo de software y hardware. De esta manera, el planteamiento hecho son formalizadas en la disciplina de requisitos, la cual en el nuevo proceso es aplicable al ciclo de vida de todo el desarrollo de un producto o proyecto, teniendo como característica un modelo ágil debido a que las empresas en sus procesos internos siguen esta tendencia.

Este proyecto de grado pretende ser una guía o metodología genérica que permite cerrar la brecha existente en el área de requisitos en las empresas de barranquilla que generan o desarrollan productos y/o proyectos de ingeniería electrónica. Este proyecto le aporta a la ingeniería electrónica una base sólida que permite determinar los cimientos exactos de una solución tecnológica como también la adecuada captura de la necesidad del cliente, su adecuada gestión y administración y por consiguiente lo que realmente el cliente necesita. Es decir que con este proyecto a las empresas dedicadas a desarrollar productos o proyectos de ingeniería electrónica le ayudará a establecer los recursos o elementos electrónicos necesarios para solucionar de forma eficaz la necesidad del cliente.

## 11. GLOSARIO

**ACTIVIDAD:** Unidad tangible de trabajo realizada por un trabajador en un flujo de trabajo, de forma que implica una responsabilidad bien definida para el trabajador, produce un resultado bien definido (conjunto de artefactos), y representa una unidad de trabajo con límites bien definidos a la que probablemente se refiera el plan de proyecto al asignar tareas a los individuos.

**ACTOR:** De acuerdo al diccionario de la real academia de la lengua española, un actor es el “participante de una acción o suceso”, dicho participante puede ser una entidad, persona, método o procedimiento, la acción o suceso en la que participan es el desarrollo de un proyecto.

**ARTEFACTO:** Es una especificación de un componente físico que es usado para la elaboración, desarrollo y operación de un sistema. Los artefactos pueden ser un script, un archivo fuente, archivos ejecutables, una tabla de una base de datos, un modelo de un archivo entre otros.

**CICLO DE VIDA DEL PROYECTO:** Fases que se agrupan para dar como resultado la creación de un producto, que van desde la concepción del mismo hasta el despliegue y mantenimiento del mismo.

**INCIDENCIA:** Son los eventos que se presentan sin ser parte del desarrollo del proceso. Las incidencias pueden disminuir directamente la calidad del producto final o causar una interrupción del proceso.

**METODOLOGÍA:** Son los procedimientos que al usarlos racionalmente permiten alcanzar unos objetivos propuestos en un proyecto de desarrollo.

**PROCESO:** Son el conjunto de actividades necesarias para transformar las necesidades del cliente en un producto entregable, con un proceso enmarcadas dentro de un proyecto es la forma de realizar productos.

**PROYECTO:** Es el elemento organizativo donde se gestiona el desarrollo del producto, al finalizar el proyecto se busca contar con una versión del producto.

**PRODUCTO:** Artefacto o resultado que puede ser creado en cualquier parte del ciclo de vida del proyecto, este producto puede ser de cualquier tipo, ya sea software, un proceso, una idea, un hardware, una documentación, etc.

**ROL:** Papel u objetivo que cumple una persona o grupo de trabajo en el desarrollo del proyecto, el objetivo puede traducirse en el desarrollo de ciertas actividades que sólo competen al rol desempeñado.

**DESARROLLO DE REQUISITOS:** Área de proceso de CMMI cuyas actividades tienen como propósito producir, analizar y desarrollar los requisitos del cliente y del componente del producto.

**GESTIÓN DE REQUISITOS:** Área de proceso de CMMI cuyas actividades tienen como propósito gestionar los requisitos del cliente, del componente de producto y las inconsistencias entre los requisitos.

## BIBLIOGRAFÍA

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL REPÚBLICA DE COLOMBIA. Conpes, 3582. Bogotá. 2009.

SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004).

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION), ISO 8402 1994 Gestión Y Garantía de la Calidad. 1994.

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, un enfoque práctico, Quinta Edición. España: McGraw-Hill Companies, 1988.

MIRANDA GÓNZALEZ, Francisco J., CHAMORRO MERA Antonio, RUBIO LACOBIA Sergio. Introducción a la gestión de la calidad. Primera Edición. Madrid: Delta, 2007.

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). ISO 9000 – Quality Management. 12 de Enero de 2012. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso\\_9000.html](http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.html).

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. CMMiv1.3-ACQ Compare. 29 de Septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/tools/cmmiv1-3/upload/ACQ-AppD-compare.pdf>.

DURÁN TORO, Amador. Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información. Universidad de Sevilla. Sevilla, Mayo de 2000. 12 p.

SOLARTE SARASTY, Mario Fernando. AMIR-ST: Propuesta de una Aproximación Metodológica para la Ingeniería de Requisitos de Sistemas Telemáticos. Revista Colombiana de Computación. Vol.; 5, No. 2 (2004). 5 p.

BERNÁRDEZ JIMÉNEZ, Beatriz. Una Aproximación Empírica al Desarrollo de Heurísticas basadas en Métricas para Verificación de Requisitos. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2004

GOGUEN, J. Requirements Engineering as the Reconciliation of Social and Technical Issues. Academic Press. 1994.

TORRES DE PAZ, Rosa María. El Proceso de Ingeniería de Requisitos en el Ciclo Global del Software. Universidad de Sevilla. Sevilla, Septiembre de 2010. 9 p.

DÍEZ, A. IRQA y el Desarrollo de Proyectos: Experiencias Prácticas. Jornadas de Ingeniería de Requisitos Aplicada. Sevilla, España, 2001.

BURGUESS, A. Rational Acquires Objectory, Uniting OO Methodologies. 10 Junio de 2008. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=476297>

SÁNCHEZ COMAS, Andrés. Proceso Desarrollo de Hardware de la Empresa Bermit LTDA. Trabajo de grado. Barranquilla, 2011. 41 p.

CHRISSIS, Mary Beth. KONRAD, Mike. SHRUM, Sandy. CMMI Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos. Segunda Edición. Madrid. Pearson, 2009. 60 p.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN. Guía de Desarrollo y Gestión de Requisitos de la Adquisición. Madrid. INTECO. 2009.

ROSENBERG, Doug. STEPHENS, Matt. Use Case Driven Object Modeling with UML Theory and Practice. Apress. Segunda Edición, 2007. 83 p.

BERMIT LTDA. Presentación Diapositivas sobre Requisitos en Iconix. 2011. 3p.

BECK, K. Extreme Programming Explained: Embrace Change, US ed. Addison-Wesley Professional, 1999.

PROCESO DE PLANIFICACIÓN XP. {En línea}. {12 de Octubre de 2013}. Disponible en: <http://rupcajamenor.wordpress.com/planificacio/>

JACOBSON, Ivar. PAN-WEI, Ng. MCMAHON, Paul E. SPENCE, Ian. SVANTE, Lidman. The Essence of Software Engineering: Applying the SEMAT Kernel, Primera Edición. Addison-Wesley Educational Publishers Inc, 2013.



JACOBSON, Ivar. SPENCE, Ian. BITTNER, K. USE-CASE 2.0 The Guide to Succeeding with Use Cases. Ivar Jacobson International SA. 2011.

## **ANEXO A. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDADES FIRMADAS**

El acuerdo de confidencialidad fue un instrumento legal diseñado para proteger la información dada por las empresas en cuanto a sus procesos de desarrollo internos, su uso era opcional y dependía de la decisión de la empresa. Aquí se anexan los acuerdos de confidencialidad firmados:

- Bermit Ltda.
- Indutronica del Caribe.
- Investigador CUC.
- Viatrans del Caribe.

## ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Entre los suscritos a saber, por una parte Rubén Darío Sánchez Dams, CC 72.000.964, en representación de los INVESTIGADORES, junto con el Joven investigador de COLOMBIAS Heyder Páez Logreira CC 1.143.226.917 y los estudiantes CUC, Nazhir Jesus Amaya Tejera CC 1.044.392.548, Diego Andres Castiblanco Villafañe CC 1.140.831.850 mayores de edad, identificados con la cédula seguida de cada nombre, y por la otra, el siguiente personal MARCO ANTONIO EBRATT OJEDA mayor de edad con número de identificación 33.503.016, quienes actúan en nombre de DELMAT LTDA, quien en adelante y para los efectos del presente acuerdo se denominará LA EMPRESA, han acordado celebrar y acogerse al presente acuerdo de confidencialidad y guardar reserva de la información que se registra por las siguientes consideraciones y cláusulas.

## CONSIDERACIONES

1. Las partes están interesadas en participar en la investigación "Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla" el cual se desarrolla como trabajo de grado para optar por el título de magister en Ingeniería de Sistemas y Computación, y en los proyectos derivados de ella de los estudiantes y el Joven investigador, y que involucra acceso a información referente a procedimientos, procesos y conocimientos relacionados con proyectos y/o productos de electrónica o de software de LA EMPRESA.
2. Debido a la naturaleza del trabajo de investigación, se hace necesario que se maneje INFORMACIÓN CONFIDENCIAL y/o información sujeta a derechos de propiedad intelectual, antes, durante y en la etapa posterior a la investigación mencionada.

## CLÁUSULAS

**PRIMERO. OBJETO.** El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA bajo secreto, consistente en los datos e información intercambiados entre ellas: incluyendo información objeto de derecho de autor, patentes, técnicas, modelos, invenciones, saber como (know-how), procesos, algoritmos, programas, ejecutables, investigaciones, detalles de diseño, información financiera, lista de clientes, inversionistas, empleados, relaciones de negocios y contractuales, pronósticos de negocios, planes de mercadeo, o cualquier información revelada sobre terceras personas entre las partes. Así mismo involucra la obligación de proteger y no divulgar la información ante intentos de terceros de copiar o exportar el desarrollo científico, tecnológico, o su documentación, en cualquier modalidad o forma que se presente.

**SEGUNDO. CONFIDENCIALIDAD.** Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas, durante el transcurso del desarrollo del proceso y con posterioridad a él será mantenida en estricta confidencialidad, advirtiendo de dicho deber de confidencialidad y secreto a sus empleados, asociados, investigadores o estudiantes a su cargo, o a cualquier persona que por su relación con la PARTE RECEPTORA, deba tener acceso a dicha información para el correcto cumplimiento de las obligaciones de la PARTE RECEPTORA para con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. La PARTE RECEPTORA correspondiente sólo podrá revelar INFORMACIÓN CONFIDENCIAL a quienes la necesiten y estén autorizados previamente por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. Los datos e informes obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales, tendrán carácter confidencial de acuerdo a lo establecido en el presente acuerdo.

**TERCERO. CONDICIONES DE CONFIDENCIALIDAD.** Se considera INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA aquella que reúne las siguientes cualidades: a) Aquella que sea secreta, en el sentido que como conjunto o por la configuración o estructuración precisa de sus componentes, no sea conocida en general ni fácilmente accesible; b) Aquella que una institución o persona tenga bajo su control, atendiendo a las circunstancias dadas, haya optado medidas razonables de protección, para mantenerla secreta; c) Tenga valor comercial efectivo o potencial por ser secreta; d) Conste en documentos, medios electrónicos, discos ópticos, microfiches, películas u otros soportes materiales similares, conocidos o por conocer.

**CUARTO. DIVULGACIÓN DE RESULTADOS INVESTIGACIÓN.** Los INVESTIGADORES se comprometen a dar un manejo confidencial a la información reservada, construida o desarrollada a partir de la investigación, en cuanto a la divulgación del material surgido a través de las secciones de trabajo realizados con la EMPRESA mediante encuestas y entrevistas. Los INVESTIGADORES se comprometen a presentar los resultados de la investigación de manera general, mostrando solo información sintética, con aspectos generales y consolidados de las empresas participantes en el estudio, sin hacer mención a la condición, características específicas, o formas de trabajo concreto, encontradas en la caracterización de cada empresa, las cuales serán anónimas. Los resultados concretos obtenidos en la caracterización serán devueltos únicamente a la empresa de la que procede, junto con un segundo entregable (objeto de divulgación) consistente en la consolidación general de buenas prácticas y actividades de un método de desarrollo orientado a sistemas embebidos, que se encuentre como resultado del desarrollo de la presente investigación.

Derechos de autor: La estructuración y formulación del presente acuerdo es realizado por Rubén D. Sánchez Dams, revisado por la abogada Isabel Cristina Franklin. Se prohíbe su reproducción parcial o total para fines diferentes a los del acuerdo, salvo autorización expresa por escrito del autor.

**QUINTO. EXCEPCIONES.** No habrá deber alguno de confidencialidad en los siguientes casos: a) Cuando la información se encontrara en el dominio público en el momento de su suministro a la PARTE RECEPTORA o, una vez suministrada la información, ésta acceda al dominio público sin infracción de ninguna de las Estipulaciones del presente Acuerdo o, deje de ser confidencial por ser revelada por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. b) Cuando se tenga evidencias que la información ya estuviera en el conocimiento de la PARTE RECEPTORA con anterioridad a la firma del presente Acuerdo y sin obligación de guardar confidencialidad. c) Cuando la legislación vigente o un mandato judicial exija su divulgación. En ese caso, la PARTE RECEPTORA notificará a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA tal eventualidad y hará todo lo posible por garantizar que se dé un tratamiento confidencial a la información. d) En caso de que la PARTE RECEPTORA pueda probar que la información fue desarrollada o recibida legítimamente de terceros, de forma totalmente independiente a su relación con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA.

**SEXTO. FINALIZACIÓN DEL ACUERDO Y DURACIÓN.** Este acuerdo regirá desde el momento de su firma o hasta que la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA la haga pública. Las partes se obligan a devolver cualquier documentación, antecedente facilitado en cualquier tipo de soporte y, en su caso, las copias obtenidas de los mismos, que constituyan información amparada por el deber de confidencialidad objeto del presente Acuerdo en el supuesto de que cese la relación entre las partes por cualquier motivo.

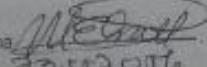

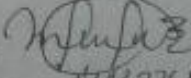
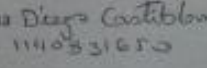
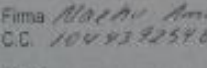




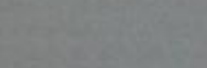


**SÉPTIMO. DERECHOS DE PROPIEDAD SOBRE LA INFORMACIÓN.** Toda información intercambiada es de propiedad exclusiva de la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA, de acuerdo a lo dispuesto en el presente acuerdo. En consecuencia, ninguna de las partes utilizará información de la otra para su propio uso. La metodología de desarrollo orientado a sistemas embebidos y resto de producción intelectual derivada del proyecto de investigación serán propiedad de sus autores, la caracterización de la empresa mediante cuestionario y entrevista es propiedad de la empresa a la que caracteriza. En caso de que la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL resulte revelada o divulgada o utilizada por la PARTE RECEPTORA, de cualquier forma distinta al objeto de este Acuerdo, ya sea de forma dolosa o por mera negligencia, habrá de indemnizar a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA los daños y perjuicios ocasionados, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que puedan corresponder a este último.

**OCTAVO. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN.** Este acuerdo solo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso por escrito de ambas partes.

**NOVENO. SOLUCIÓN DE CONFLICTOS.** En caso de cualquier conflicto o discrepancia que pueda surgir en relación con la interpretación y/o cumplimiento del presente Acuerdo, las partes se comprometen a llevar las diferencias ante un Centro de Conciliación o un Tribunal de Arbitramento antes de iniciar cualquier acción legal, aplicándose la legislación Decreto 2275 de 1989, Ley 23 de 1991, Ley 446 de 1998, Decreto 1818 de 1998, y demás leyes que los complementen, modifiquen o adicionen. El tribunal será en derecho y estará compuesto por tres miembros especialistas en propiedad intelectual. Los gastos de diligencias de Conciliación o Tribunal serán sufragados por la parte que salga condenada dentro del proceso.

**DÉCIMO. VALIDEZ Y PERFECCIONAMIENTO.** El presente acuerdo requiere para su validez y perfeccionamiento la firma de las partes.

Para constancia y en señal de aceptación de cuanto antecede, se firma el presente acuerdo en dos (2) ejemplares, por las partes que en él han intervenido, en la ciudad de Barranquilla a los 9 de Julio de dos mil doce (2012).

Firma  C.C. 70447006	Firma  C.C. 104432548	Firma  C.C. 114322697
Firma  C.C. 114033165	Firma  C.C. 104432548	Firma  C.C. 114322697
Firma  C.C. 70447006	Firma  C.C. 104432548	Firma  C.C. 114322697
Firma  C.C. 70447006	Firma  C.C. 104432548	Firma  C.C. 114322697

Derechos de autor: La estructuración y formulación del presente acuerdo es realizado por Rubén D. Sánchez Dama, revisado por la abogada Isabel Cristina Franco. Noche su reproducción parcial o total para fines diferentes a los del acuerdo, salvo autorización expresa por escrito del autor.

## ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Entre los suscritos a saber, por una parte Rubén Darío Sánchez Dams, identificado con CC 72.000.984, asumiendo el rol de líder de investigación en adelante El INVESTIGADOR, y por la otra, Heyder Pérez Logreira CC 1.143.226.917, Nazhir Jesús Amaya Tejera CC 1.044.392.548, Diego Andrés Castiblanco Villafañe CC 1.140.831.650, Andrea Jaramillo Fuenmayor CC 1.140.860.130, Susana Santamaría Manotas CC 1.143.137.150 mayores de edad con su respectivo número de identificación, quienes en adelante y para los efectos del presente acuerdo se denominarán Los JÓVENES INVESTIGADORES, han acordado celebrar y acogerse al presente acuerdo de confidencialidad y guardar reserva de la información que se registrará por las siguientes consideraciones y cláusulas.

### CONSIDERACIONES

1. Las partes están interesadas en participar en la investigación "Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla" el cual se desarrolla como trabajo de grado para optar por el título de magister en Ingeniería de Sistemas y Computación, y en los proyectos derivados de ella de los estudiantes y el Joven investigador, y que involucra acceso a información referente a procedimientos, procesos y conocimientos relacionados con proyectos y/o productos de electrónica o de software de INDUTRONICA DEL CARIBE SAS con NIT 802.001.831-8, en adelante LA EMPRESA.
2. Debido a la naturaleza del trabajo de investigación, se hace necesario que se maneje INFORMACIÓN CONFIDENCIAL y/o información sujeta a derechos de propiedad intelectual, antes, durante y en la etapa posterior a la investigación mencionada.

### CLÁUSULAS

**PRIMERO. OBJETO.** El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA bajo secreto, consistente en los datos e información intercambiados entre ellas, incluyendo información objeto de derecho de autor, patentes, técnicas, modelos, invenciones, saber como (know-how), procesos, algoritmos, programas, ejecutables, investigaciones, detalles de diseño, información financiera, lista de clientes, inversionistas, empleados, relaciones de negocios y contractuales, pronósticos de negocios, planes de mercadeo, o cualquier información revelada sobre terceras personas entre las partes. Así mismo involucra la obligación de proteger y no divulgar la información ante intentos de terceros de copiar o exportar el desarrollo científico, tecnológico, o su documentación, en cualquier modalidad o forma que se presente.

**SEGUNDO. CONFIDENCIALIDAD.** Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas, durante el transcurso del desarrollo del proceso y con posterioridad a él será mantenida en estricta confidencialidad, advirtiéndose de dicho deber de confidencialidad y secreto a sus empleados, asociados, investigadores o estudiantes a su cargo, o a cualquier persona que por su relación con la PARTE RECEPTORA, deba tener acceso a dicha información para el correcto cumplimiento de las obligaciones de la PARTE RECEPTORA para con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. La PARTE RECEPTORA correspondiente sólo podrá revelar INFORMACIÓN CONFIDENCIAL a quienes la necesiten y estén autorizados previamente por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. Los datos e informes obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales, tendrán carácter confidencial de acuerdo a lo establecido en el presente acuerdo.

**TERCERO. CONDICIONES DE CONFIDENCIALIDAD.** Se considera INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA aquella que reúne las siguientes cualidades: a) Aquella que sea secreta, en el sentido que como conjunto o por la configuración o estructuración precisa de sus componentes, no sea conocida en general ni fácilmente accesible. b) Aquella que una institución o persona tenga bajo su control, atendiendo a las circunstancias dadas, haya optado medidas razonables de protección, para mantenerla secreta. c) Tenga valor comercial efectivo o potencial por ser secreta. d) Conste en documentos, medios electrónicos, discos ópticos, microfilmes, películas u otros soportes materiales similares, conocidos o por conocer.

**CUARTO. DIVULGACIÓN DE RESULTADOS INVESTIGACIÓN.** El INVESTIGADOR y Los JÓVENES INVESTIGADORES se comprometen a dar un manejo confidencial a la información reservada, construida o desarrollada a partir de la investigación, en cuanto a la divulgación del material surgido a través de las secciones de trabajo realizados con la EMPRESA mediante encuestas y entrevistas. El INVESTIGADOR y Los JÓVENES INVESTIGADORES se comprometen a presentar los resultados de la investigación de manera general, mostrando solo información sintética, con aspectos generales y consolidados de las empresas participantes en el estudio, sin hacer mención a la condición, características específicas, o formas de trabajo concreto, encontradas en la caracterización de cada empresa; las cuales serán anónimas. Los resultados concretos obtenidos en la caracterización serán devueltos únicamente a la empresa de la que procede, junto con un segundo entregable (objeto de divulgación) consistente en la consolidación general de buenas prácticas y actividades de un método de desarrollo orientado a sistemas embebidos, que se encuentre como resultado del desarrollo de la presente investigación.

**QUINTO. EXCEPCIONES.** No habrá deber alguno de confidencialidad en los siguientes casos: a) Cuando la información se encontrara en el dominio público en el momento de su suministro a la PARTE RECEPTORA o, una vez suministrada la información, ésta acceda al dominio

Derechos de autor: La estructuración y formulación del presente acuerdo es realizado por Rubén D. Sánchez Dams, revisado por la abogada Isabel Ordina Franklin. Se prohíbe su reproducción parcial o total para fines diferentes a los del acuerdo, salvo autorización expresa por escrito del autor.

público sin infracción de ninguna de las Estipulaciones del presente Acuerdo o, deje de ser confidencial por ser revelada por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. b) Cuando se tenga evidencias que la información ya estuviera en el conocimiento de la PARTE RECEPTORA con anterioridad a la firma del presente Acuerdo y sin obligación de guardar confidencialidad. c) Cuando la legislación vigente o un mandato judicial exija su divulgación. En ese caso, la PARTE RECEPTORA notificará a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA tal eventualidad y hará todo lo posible por garantizar que se dé un tratamiento confidencial a la información. d) En caso de que la PARTE RECEPTORA pueda probar que la información fue desarrollada o recibida legítimamente de terceros, de forma totalmente independiente a su relación con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA.

**SEXTO. FINALIZACIÓN DEL ACUERDO Y DURACIÓN.** Este acuerdo regirá desde el momento de su firma o hasta que la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA la haga pública. Las partes se obligan a devolver cualquier documentación, antecedente facilitado en cualquier tipo de soporte y, en su caso, las copias obtenidas de los mismos, que constituyan información amparada por el deber de confidencialidad objeto del presente Acuerdo en el supuesto de que cese la relación entre las partes por cualquier motivo.

**SEPTIMO. DERECHOS DE PROPIEDAD SOBRE LA INFORMACIÓN.** Toda información intercambiada es de propiedad exclusiva de la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA, de acuerdo a lo dispuesto en el presente acuerdo. En consecuencia, ninguna de las partes utilizará información de la otra para su propio uso. La metodología de desarrollo orientado a sistemas embebidos y resto de producción intelectual derivada del proyecto de investigación serán propiedad de sus autores, la caracterización de la empresa mediante cuestionario y entrevista es propiedad de la empresa a la que caracteriza. En caso de que la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL resulte revelada o divulgada o utilizada por la PARTE RECEPTORA, de cualquier forma distinta al objeto de este Acuerdo, ya sea de forma dolosa o por mera negligencia, habrá de indemnizar a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA los daños y perjuicios ocasionados, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que puedan corresponder a este último.

**OCTAVO. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN.** Este acuerdo solo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso por escrito de ambas partes.

**NOVENO. SOLUCIÓN DE CONFLICTOS.** En caso de cualquier conflicto o discrepancia que pueda surgir en relación con la interpretación y/o cumplimiento del presente Acuerdo, las partes se comprometen a llevar las diferencias ante un Centro de Conciliación o un Tribunal de Arbitramento antes de iniciar cualquier acción legal, aplicándose la legislación Decreto 2279 de 1989, Ley 23 de 1991, Ley 446 de 1998, Decreto 1818 de 1998, y demás leyes que los complementen, modifiquen o adicionen. El tribunal será en derecho y estará compuesto por tres miembros especialistas en propiedad intelectual. Los gastos de diligencias de Conciliación o Tribunal serán sufragados por la parte que salga condenada dentro del proceso.

**DÉCIMO. VALIDEZ Y PERFECCIONAMIENTO.** El presente acuerdo requiere para su validez y perfeccionamiento la firma de las partes.

Para constancia y en señal de aceptación de cuanto antecede, se firma el presente acuerdo en dos (2) ejemplares, por las partes que en él han intervenido, en la ciudad de Barranquilla a los ocho días del mes de Junio de dos mil doce (2012).

  
Rubén Darío Sánchez Dams  
CC 72.000.984

  
Heydy Pérez Logreira  
CC 1.143.226.917

  
Nazhir Jesús Amaya Tejera  
CC 1.044.392.548

  
Diego Andrés Castiblanco Villafañe  
CC 1.140.831.850

  
Andrea Jaramillo Fuenmayor  
CC 1.140.860.130

  
Susana Soledad Manóvil  
CC 1.140.737.150



## ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Entre los suscritos a saber, por una parte Rubén Darío Sánchez Dams, CC 72.000.984, en representación de los INVESTIGADORES, junto con el Joven investigador de COLOMBIANS Heyder Páez Loguira CC 1.143.226.917 y los estudiantes CUC, Naztho Jesús Amaya Tejera CC 1.044.392.548, Diego Andrés Castiblanco Villalón CC 1.140.831.650 mayores de edad, identificados con la cédula seguida de cada nombre, y por la otra, el siguiente persona Jarib Meléndez P mayor de edad con número de identificación 72.216.330 quienes actúan en nombre de Universidad de la Costa quien en adelante y para los efectos del presente acuerdo se denominará LA EMPRESA, han acordado celebrar y acogerse al presente acuerdo de confidencialidad y guardar reserva de la información que se registrará por las siguientes consideraciones y cláusulas.

## CONSIDERACIONES

1. Las partes están interesadas en participar en la investigación "Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla" el cual se desarrolla como trabajo de grado para optar por el título de magister en Ingeniería de Sistemas y Computación, y en los proyectos derivados de ella de los estudiantes y el Joven investigador, y que involucra acceso a información referente a procedimientos, procesos y conocimientos relacionados con proyectos y/o productos de electrónica o de software de LA EMPRESA.
2. Debido a la naturaleza del trabajo de investigación, se hace necesario que se maneje INFORMACIÓN CONFIDENCIAL y/o información sujeta a derechos de propiedad intelectual, antes, durante y en la etapa posterior a la investigación mencionada.

## CLÁUSULAS

**PRIMERO. OBJETO.** El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA bajo secreto, consistente en los datos e información intercambiados entre ellas, incluyendo información objeto de derecho de autor, patentes, técnicas, modelos, invenciones, saber como (know-how), procesos, algoritmos, programas, ejecutables, investigaciones, detalles de diseño, información financiera, lista de clientes, inversionistas, empleados, relaciones de negocios y contractuales, pronósticos de negocios, planes de mercado, o cualquier información revelada sobre terceras personas entre las partes. Así mismo involucra la obligación de proteger y no divulgar la información ante intentos de terceros de copiar o exportar el desarrollo científico, tecnológico, o su documentación, en cualquier modalidad o forma que se presente.

**SEGUNDO. CONFIDENCIALIDAD.** Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas, durante el transcurso del desarrollo del proceso y con posterioridad a él será mantenida en estricta confidencialidad, advirtiendo de dicho deber de confidencialidad y secreto a sus empleados, asociados, investigadores o estudiantes a su cargo, o a cualquier persona que por su relación con la PARTE RECEPTORA, deba tener acceso a dicha información para el correcto cumplimiento de las obligaciones de la PARTE RECEPTORA para con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. La PARTE RECEPTORA correspondiente solo podrá revelar INFORMACIÓN CONFIDENCIAL a quienes la necesiten y estén autorizados previamente por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. Los datos e informes obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales, tendrán carácter confidencial de acuerdo a lo establecido en el presente acuerdo.

**TERCERO. CONDICIONES DE CONFIDENCIALIDAD.** Se considera INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA aquella que reúne las siguientes cualidades: a) Aquella que sea secreta, en el sentido que como conjunto o por la configuración o estructuración propia de sus componentes, no sea conocida en general ni fácilmente accesible. b) Aquella que una institución o persona tenga bajo su control, atendiendo a las circunstancias dadas, haya optado medidas razonables de protección, para mantenerla secreta. c) Tenga valor comercial efectivo o potencial por ser secreta. d) Conste en documentos, medios electrónicos, discos ópticos, microfílm, películas u otros soportes materiales similares, conocidos o por conocer.

**CUARTO. DIVULGACIÓN DE RESULTADOS INVESTIGACIÓN.** Los INVESTIGADORES se comprometen a dar un manejo confidencial a la información reservada, construida o desarrollada a partir de la investigación, en cuanto a la divulgación del material surgido a través de las secciones de trabajo realizados con la EMPRESA mediante encuestas y entrevistas. Los INVESTIGADORES se comprometen a presentar los resultados de la investigación de manera general, mostrando solo información sintética, con aspectos generales y consolidados de las empresas participantes en el estudio, sin hacer mención a la condición, características específicas, o formas de trabajo concreto, encontradas en la caracterización de cada empresa, las cuales serán anónimas. Los resultados concretos obtenidos en la caracterización serán devueltos únicamente a la empresa de la que procede, junto con un segundo entregable (objeto de divulgación) consistente en la consolidación general de buenas prácticas y actividades de un método de desarrollo orientado a sistemas embebidos, que se encuentre como resultado del desarrollo de la presente investigación.

Derechos de autor. La estructuración y formulación del presente acuerdo es realizado por Rubén D. Sánchez Dams, revisado por la abogada Isabel Cristina Franklin. Se prohíbe su reproducción parcial o total para fines diferentes a los del acuerdo, salvo autorización expresa por escrito del autor.

**QUINTO. EXCEPCIONES:** No habrá deber alguno de confidencialidad en los siguientes casos: a) Cuando la información se encontrara en el dominio público en el momento de su suministro a la PARTE RECEPTORA o, una vez suministrada la información, ésta acceda al dominio público sin infracción de ninguna de las Estipulaciones del presente Acuerdo o, deje de ser confidencial por ser revelada por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA; b) Cuando se tenga evidencias que la información ya estuviera en el conocimiento de la PARTE RECEPTORA con anterioridad a la firma del presente Acuerdo y sin obligación de guardar confidencialidad; c) Cuando la legislación vigente o un mandato judicial exija su divulgación. En ese caso, la PARTE RECEPTORA notificará a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA la eventualidad y hará todo lo posible por garantizar que se dé un tratamiento confidencial a la información; d) En caso de que la PARTE RECEPTORA pueda probar que la información fue desarrollada o recibida legítimamente de terceros, de forma totalmente independiente a su relación con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA.

**SEXTO. FINALIZACIÓN DEL ACUERDO Y DURACIÓN.** Este acuerdo regirá desde el momento de su firma o hasta que la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA la haga pública. Las partes se obligan a devolver cualquier documentación, antecedente facilitado en cualquier tipo de soporte y, en su caso, las copias obtenidas de los mismos, que constituyan información amparada por el deber de confidencialidad objeto del presente Acuerdo en el supuesto de que cese la relación entre las partes por cualquier motivo.

**SEPTIMO. DERECHOS DE PROPIEDAD SOBRE LA INFORMACIÓN.** Toda información intercambiada es de propiedad exclusiva de la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA, de acuerdo a lo dispuesto en el presente acuerdo. En consecuencia, ninguna de las partes utilizará información de la otra para su propio uso. La metodología de desarrollo orientado a sistemas embebidos y resto de producción intelectual derivada del proyecto de investigación serán propiedad de sus autores, la caracterización de la empresa mediante cuestionario y entrevista es propiedad de la empresa a la que caracteriza. En caso de que la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL resulte revelada o divulgada o utilizada por la PARTE RECEPTORA, de cualquier forma distinta al objeto de este Acuerdo, ya sea de forma dolosa o por mera negligencia, habrá de indemnizar a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA los daños y perjuicios ocasionados, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que puedan corresponder a este último.

**OCTAVO. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN.** Este acuerdo solo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso por escrito de ambas partes.

**NOVENO. SOLUCIÓN DE CONFLICTOS.** En caso de cualquier conflicto o discrepancia que pueda surgir en relación con la interpretación y/o cumplimiento del presente Acuerdo, las partes se comprometen a llevar las diferencias ante un Centro de Conciliación o un Tribunal de Arbitramento antes de iniciar cualquier acción legal, aplicándose la legislación Decreto 2279 de 1989, Ley 23 de 1991, Ley 445 de 1996, Decreto 1818 de 1998, y demás leyes que los complementen, modifiquen o adicionen. El tribunal será en derecho y estará compuesto por tres miembros especialistas en propiedad intelectual. Los gastos de diligencias de Conciliación o Tribunal serán sufragados por la parte que salga condenada dentro del proceso.

**DÉCIMO. VALIDEZ Y PERFECCIONAMIENTO.** El presente acuerdo requiere para su validez y perfeccionamiento la firma de las partes.

Para constancia y en señal de aceptación de cuanto antecede, se firma el presente acuerdo en dos (2) ejemplares, por las partes que en el han intervenido, en la ciudad de Barranquilla a los 14 de Julio de dos mil doce (2012).

Firma *Faust Meléndez P.*  
C.C. 72.210.330

Firma  
C.C.

Firma *M. P. P.*  
C.C. 11143276917

Firma *Diego Cardenal V.*  
C.C. 1142831650

Firma *Nazmi Araya Tejeda*  
C.C. 1044392548

Firma  
C.C.

Firma  
C.C.

Firma  
C.C.

Firma  
C.C.

Firma  
C.C.

Firma  
C.C.

Firma  
C.C.



## ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Entre los suscritos a saber, por una parte Rubén Darío Sánchez Dams, CC 72.000.984, en representación de los INVESTIGADORES, junto con el Joven investigador de COLCIENCIAS y los estudiantes Heyder Páez Logreña CC 1.143.226.917, Nazhir Jesús Amaya Tejera CC 1.044.392.548, Diego Andrés Castiblanco Vilafañe CC 1.140.831.650 mayores de edad, identificados con la cedula seguida de cada nombre, y por la otra, el siguiente personal Santander Olivero M mayor de edad con número de identificación 72302992, quienes actúan en nombre de Natanson del Corral. Quien en adelante y para los efectos del presente acuerdo se denominará LA EMPRESA, han acordado celebrar y acogerse al presente acuerdo de confidencialidad y guardar reserva de la información que se registrará por las siguientes consideraciones y cláusulas.

## CONSIDERACIONES

1. Las partes están interesadas en participar en la investigación "Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla" el cual se desarrolla como trabajo de grado para optar por el título de magister en Ingeniería de Sistemas y Computación, y en los proyectos derivados de ella de los estudiantes y el Joven investigador, y que involucra acceso a información referente a procedimientos, procesos y conocimientos relacionados con proyectos y/o productos de electrónica o de software de LA EMPRESA.
2. Debido a la naturaleza del trabajo de investigación, se hace necesario que se maneje INFORMACIÓN CONFIDENCIAL, y/o información sujeta a derechos de propiedad intelectual, antes, durante y en la etapa posterior a la investigación mencionada.

## CLÁUSULAS

**PRIMERO. OBJETO.** El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA bajo secreto, consistente en los datos e información intercambiados entre ellas, incluyendo información objeto de derecho de autor, patentes, técnicas, modelos, invenciones, saber como (know-how), procesos, algoritmos, programas, ejecutables, investigaciones, detalles de diseño, información financiera, lista de clientes, inversionistas, empleados, relaciones de negocios y contractuales, pronósticos de negocios, planes de mercadeo, o cualquier información revelada sobre terceras personas entre las partes. Así mismo involucra la obligación de proteger y no divulgar la información ante intentos de terceros de copiar o exportar el desarrollo científico, tecnológico, o su documentación, en cualquier modalidad o forma que se presente.

**SEGUNDO. CONFIDENCIALIDAD.** Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas, durante el transcurso del desarrollo del proceso y con posterioridad a él será mantenida en estricta confidencialidad, advirtiéndose de dicho deber de confidencialidad y secreto a sus empleados, asociados, investigadores o estudiantes a su cargo, o a cualquier persona que por su relación con la PARTE RECEPTORA, deba tener acceso a dicha información para el correcto cumplimiento de las obligaciones de la PARTE RECEPTORA para con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. La PARTE RECEPTORA correspondiente sólo podrá revelar INFORMACIÓN CONFIDENCIAL a quienes la necesiten y estén autorizados previamente por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. Los datos e informes obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales, tendrán carácter confidencial de acuerdo a lo establecido en el presente acuerdo.

**TERCERO. CONDICIONES DE CONFIDENCIALIDAD.** Se considera INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O RESERVADA aquella que reúne las siguientes cualidades: a) Aquella que sea secreta, en el sentido que como conjunto o por la configuración o estructuración precisa de sus componentes, no sea conocida en general ni fácilmente accesible. b) Aquella que una institución o persona tenga bajo su control, atendiendo a las circunstancias dadas, haya optado medidas razonables de protección, para mantenerla secreta. c) Tenga valor comercial efectivo o potencial por ser secreta. d) Conste en documentos, medios electrónicos, discos ópticos, microfiches, películas u otros soportes materiales similares, conocidos o por conocer.

**CUARTO. DIVULGACIÓN DE RESULTADOS INVESTIGACIÓN.** Los INVESTIGADORES se comprometen a dar un manejo confidencial a la información reservada, construida o desarrollada a partir de la investigación, en cuanto a la divulgación del material surgido a través de las secciones de trabajo realizados con la EMPRESA mediante encuestas y entrevistas. Los INVESTIGADORES se comprometen a presentar los resultados de la investigación de manera general, mostrando solo información sintética, con aspectos generales y consolidados de las empresas participantes en el estudio, sin hacer mención a la condición, características específicas, o formas de trabajo concreto, encontradas en la caracterización de cada empresa; las cuales serán anónimas. Los resultados concretos obtenidos en la caracterización serán devueltos únicamente a la empresa de la que procede, junto con un segundo entregable (objeto de divulgación) consistente en la consolidación general de buenas prácticas y actividades de un método de desarrollo orientado a sistemas embebidos, que se encuentre como resultado del desarrollo de la presente investigación.

Derechos de autor. La estructuración y formulación del presente acuerdo es realizado por Rubén D. Sánchez Dams, revisado por la abogada Isabel Cristina Franklin. Se prohíbe su reproducción parcial o total para fines diferentes a los del acuerdo, salvo autorización expresa por escrito del autor.

**QUINTO. EXCEPCIONES.** No habrá deber alguno de confidencialidad en los siguientes casos: a) Cuando la información se encontrara en el dominio público en el momento de su suministro a la PARTE RECEPTORA o, una vez suministrada la información, ésta acceda al dominio público sin infracción de ninguna de las Estipulaciones del presente Acuerdo o, deje de ser confidencial por ser revelada por la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA. b) Cuando se tenga evidencias que la información ya estuviera en el conocimiento de la PARTE RECEPTORA con anterioridad a la firma del presente Acuerdo y sin obligación de guardar confidencialidad. c) Cuando la legislación vigente o un mandato judicial exija su divulgación. En ese caso, la PARTE RECEPTORA notificará a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA tal eventualidad y hará todo lo posible por garantizar que se dé un tratamiento confidencial a la información. d) En caso de que la PARTE RECEPTORA pueda probar que la información fue desarrollada o recibida legítimamente de terceros, de forma totalmente independiente a su relación con la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA.

**SEXTO. FINALIZACIÓN DEL ACUERDO Y DURACIÓN.** Este acuerdo regirá desde el momento de su firma o hasta que la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA la haga pública. Las partes se obligan a devolver cualquier documentación, antecedente facilitado en cualquier tipo de soporte y, en su caso, las copias obtenidas de los mismos, que constituyan información amparada por el deber de confidencialidad objeto del presente Acuerdo en el supuesto de que cese la relación entre las partes por cualquier motivo.

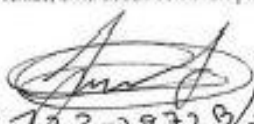
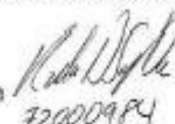

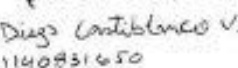
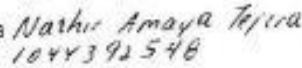
**SÉPTIMO. DERECHOS DE PROPIEDAD SOBRE LA INFORMACIÓN.** Toda información intercambiada es de propiedad exclusiva de la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA, de acuerdo a lo dispuesto en el presente acuerdo. En consecuencia, ninguna de las partes utilizará información de la otra para su propio uso. La metodología de desarrollo orientado a sistemas embebidos y resto de producción intelectual derivada del proyecto de investigación serán propiedad de sus autores, la caracterización de la empresa mediante cuestionario y entrevista es propiedad de la empresa a la que caracteriza. En caso de que la INFORMACIÓN CONFIDENCIAL resulte revelada o divulgada o utilizada por la PARTE RECEPTORA, de cualquier forma distinta al objeto de este Acuerdo, ya sea de forma dolosa o por mera negligencia, habrá de indemnizar a la PARTE DE CUYA INFORMACIÓN CONFIDENCIAL SE TRATA los daños y perjuicios ocasionados, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que puedan corresponder a este último.

**OCTAVO. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN.** Este acuerdo solo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso por escrito de ambas partes.

**NOVENO. SOLUCIÓN DE CONFLICTOS.** En caso de cualquier conflicto o discrepancia que pueda surgir en relación con la interpretación y/o cumplimiento del presente Acuerdo, las partes se comprometen a llevar las diferencias ante un Centro de Conciliación o un Tribunal de Arbitramento antes de iniciar cualquier acción legal, aplicándose la legislación Decreto 2279 de 1989, Ley 23 de 1991, Ley 446 de 1998, Decreto 1818 de 1998, y demás leyes que los complementen, modifiquen o adicionen. El tribunal será en derecho y estará compuesto por tres miembros especialistas en propiedad intelectual. Los gastos de diligencias de Conciliación o Tribunal serán sufragados por la parte que salga condenada dentro del proceso.

**DÉCIMO. VALIDEZ Y PERFECCIONAMIENTO.** El presente acuerdo requiere para su validez y perfeccionamiento la firma de las partes.

Para constancia y en señal de aceptación de cuanto antecede, se firma el presente acuerdo en dos (2) ejemplares, por las partes que en él han intervenido, en la ciudad de Barranquilla a los 12 de Julio de dos mil doce (2012).

Firma C.C.  723029729/7.	Firma C.C.  72000984	Firma C.C.  1143226917
Firma C.C.  Diego Contreras V. 1140831650	Firma C.C.  Nahir Amaya T/ira 1044392548	Firma C.C.
Firma C.C.	Firma C.C.	Firma C.C.
Firma C.C.	Firma C.C.	Firma C.C.

Derechos de autor. La estructuración y formulación del presente acuerdo es realizado por Ruben D. Sanchez Derra, revisado por la abogada Isabel Cristina Franklin. Se prohíbe su reproducción parcial o total para fines diferentes a los del acuerdo, salvo autorización expresa por escrito del autor.

## **ANEXO B. INSTRUMENTO APLICADO**

El presente anexo es el instrumento aplicado a las empresas, dividido en una encuesta y una entrevista. El documento se desarrolló para evaluar múltiples áreas de proceso debido a la complejidad y extensión del proyecto macro, entre esas áreas estaban las de verificación y validación objeto de este proyecto. De forma introductoria se presentan los objetivos, la metodología y evaluación del instrumento, luego se presenta el instrumento mostrado a las empresas.

## **DEFINICIÓN METODOLÓGICA DE LOS INSTRUMENTOS ENCUESTA Y ENTREVISTA**

### **Objetivo de la encuesta**

- Identificar el grado de madurez en cuanto a procedimientos y procesos de producción de empresas de Barranquilla que desarrollen o produzcan hardware electrónico.
- Describir los procedimientos y procesos de producción de empresas de Barranquilla que desarrollen o produzcan hardware sistema embebido electrónico.

### **Objetivos específicos del proyecto a los que apunta la encuesta**

- Caracterizar los procesos de desarrollo actualmente aplicados por las empresas estudiadas de la ciudad de Barranquilla.
- Formular una metodología estándar para el desarrollo de una arquitectura de sistemas embebidos.

### **Metodología de la encuesta**

Esta investigación emplea un estudio exploratorio para conocer con mayor profundidad y certeza el estado actual de conocimiento y la tendencia de los procesos aplicados en materia de metodologías de desarrollo de hardware por parte de las empresas del sector dedicado al diseño e implementación de proyectos y productos electrónicos en la ciudad de Barranquilla. Para fundamentar este estudio se emplearon como instrumentos metodológicos un cuestionario y una entrevista dirigida a los directores de proyectos o ingenieros de empresas que cumplieran el criterio de estar dedicadas a los sectores de desarrollo de hardware, electrónica y sistemas embebidos.

Inicialmente se realizaron los instrumentos de acuerdo a lo expresado en el ítem “Introducción al cuestionario”, basado en el estándar de CMMI, con la finalidad de hacer una evaluación de las organizaciones completa de nivel 2 de CMMI y parcial de nivel 3 (solo las áreas de ingeniería), y así poder capturar la forma de trabajar de ellas; insumo indispensable para la formulación de un proceso genérico. Una vez listo el instrumento fue sometido a la evaluación de pares evaluadores, habiendo tenido en cuenta sus sugerencias para mejorar los instrumentos. Por ultimo para la definición definitiva de los instrumentos, estos fueron aplicados a un Ingeniero electrónico (fuera del estudio) para refinarlo y definir la forma de aplicación del mismo.

Se tuvo en cuenta, que las organizaciones tienen sus particularidades y diferencias, con diferentes niveles de madures en diferentes aspectos, de acuerdo a esto los cuestionamientos se realizaron teniendo en cuenta y orientados a capturar procesos o procedimientos implícitos y explícitos. Con esto se diseñaron preguntas para saber si los procesos son de un tipo u otro, también se indago sobre el grado de madures, y otras preguntas orientadas a capturar la forma de realizar esos procedimientos sin importar si son implícitas o explícitas.

A continuación se realizó una selección de las empresas que cumplieran los criterios; dada la diversidad y lo disperso del sector comercial de la electrónica en Barranquilla y en general en todo el país, puede llegar a ser muy complejo llevar a cabo estudios de población y muestreo rigurosos para obtener un error mínimo en el estudio. Sin embargo, la homogeneidad de la disciplina (Electrónica) a la que se dedican las empresas de este sector permite que se emplee la técnica de muestreo no probabilístico, específicamente aplicando un muestreo a juicio, seleccionando empresas del sector de la electrónica que se reconocen por realizar desarrollo de hardware, el uso de sistemas embebidos y la ejecución de proyectos en diferentes áreas de la electrónica.

Una vez conformado este grupo de empresas a estudiar se procedió a realizar el contacto con ellas con el fin de confirmar que estas cumplieran el perfil de estudio, siendo posible en esta etapa que el grupo de seleccionados aumentara o disminuyera. Finalmente, se obtuvo un grupo de empresas susceptibles de aplicación del instrumento, para lo cual se afianzó el contacto realizado con la empresa, se establecieron criterios de confidencialidad para la aplicación de la encuesta y se confirmó la aceptación y disposición de la empresa a participar en el estudio. En esta etapa se encontró que algunas empresas no estuvieron dispuestas a participar, lo cual redujo el número de empresas estudiadas.

Con un banco definitivo de empresas a estudiar, y unos instrumentos definidos se procedió a realizar la aplicación del instrumento. Por tratarse de una encuesta, este proceso se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa o convocando a sus representantes a una reunión en un lugar específico, utilizando en cada caso la opción más cómoda para el empresario. Sin importar en qué lugar o a cuantas personas se le aplicó el instrumento al mismo tiempo, el procedimiento fue el mismo.

Para aplicar el instrumento este se dividió en dos sesiones que pueden aplicarse en el mismo instante o según la disponibilidad del entrevistado, pero siempre en el mismo orden. La primera sesión corresponde al cuestionario, el cual busca obtener información cuantificable de los niveles de aplicación de procesos y metodologías en las empresas en la ejecución de sus proyectos, así, conocer qué aspectos o etapas de su proceso se encuentran maduras y cuáles son nulas o poco exploradas por la empresa. La información obtenida por el cuestionario dirige la segunda sesión de aplicación del instrumento, a saber, la entrevista. Mediante la entrevista se busca obtener información específica sobre qué actividades, estrategias, documentación, herramientas, buenas prácticas, u otros aspectos específicos que la empresa lleve a cabo en cada una de las etapas o fases que se aplican en el desarrollo de sus proyectos o productos. Las preguntas de la entrevista tienen por objetivo

obtener información a detalle de los procedimientos y actividades aplicados por la empresa en sus proyectos.

La metodología de aplicación del instrumento es el siguiente: se inicia con un saludo y la presentación del investigador que moderará la sesión, este se encargará de despejar las dudas del empresario sobre el objetivo del estudio realizado y de su investigación, el investigador resaltará el por qué es importante y valioso que hayan decidido participar y mostrará agradecimiento por su colaboración. Seguidamente el moderador realizará una breve descripción de la estructura de la encuesta, la forma cómo debe responderse, y le entrega copias al grupo de personas de la empresa en estudio. El encuestado procederá a responder el cuestionario leído por el moderador, acompañado de dos personas con roles de analistas los cuales tomarán nota de las impresiones y comentarios de los encuestados.

Una vez obtenidas las respuestas al cuestionario al final de la primera sesión, el moderador acompañado por los analistas, escogerá un guión de preguntas para la entrevista entre un banco de ellas previamente definido. Para ser estratégico en la selección de preguntas el moderador tendrá en cuenta las respuestas dadas en el cuestionario, profundizando únicamente en las etapas aplicadas o existentes en los procesos de la empresa y excluyendo aquellas preguntas que no suministren mayor información por referirse a etapas que no están implementadas en la empresa.

La participación de los analistas en esta segunda sesión está dividida en dos: un analista se preocupará por identificar los términos claves y colaborar en la captura de información a partir de las respuestas del entrevistado y el segundo analista estará realizando un bosquejo del proceso empresarial como fuente de información para la investigación y el entrevistado.

Aunque es posible que durante la primera o segunda sesión el empresario tenga dudas sobre temas prácticos del marco teórico del estudio realizado, el

investigador mantendrá la sesión enfocada en el cuestionario/entrevista y evitará brindar al empresario información que pueda afectar el resultado o las respuestas que este dé a la encuesta. Este tipo de dudas o inquietudes técnicas de la temática de investigación deberán anotarse y si el entrevistado acepta podrán tratarse en un tiempo adicional al finalizar la segunda sesión, sea esta en una segunda cita o al final de las dos sesiones en la misma cita.

Cada sesión podrá variar en tiempo con respecto a otras, según el número de preguntas a tratar en la entrevista. En cualquier caso el moderador deberá procurar mantener cada sesión dentro del límite de 120 minutos o según la disposición del entrevistado.

### **Población de estudio.**

Esta encuesta y entrevista está dirigida a empresas de Barranquilla que desarrollen o produzcan hardware electrónico, realicen proyectos de ingeniería con dispositivos como sistemas embebidos, o realicen desarrollos de estos o sobre estos para diseñar soluciones a interesados o clientes.

### **Definiciones fundamentales del estudio.**

Para diseñar la encuesta/entrevista se sigue una serie de pasos que dirigen la generación de preguntas partiendo de lo general o lo detallado. Para esto se establecen inicialmente una serie de definiciones que buscan enfocar los objetivos de cada pregunta y qué se pretende medir o investigar con ellas. Estas definiciones son:

#### **¿Qué va a ser medido?**

- El nivel de conocimiento y aplicación de procesos o metodologías de desarrollo en las empresas del sector tecnológico y electrónica en Barranquilla.



- El nivel de aplicación de los procesos y actividades realizadas por las empresas estudiadas (si aplican estos).
- La confiabilidad que los directivos o ingenieros poseen en las actividades y metodologías que están desarrollando en sus proyectos.
- El nivel de relación entre la calidad de los productos y los procesos utilizados para obtener estos.
- El interés de los directivos o ingenieros en emplear metodologías innovadoras que actualicen los procesos que actualmente emplean.

#### **¿Qué o quienes van a ser medidos?**

Las empresas del sector de desarrollo de hardware electrónico de la ciudad de Barranquilla a través de sus gerentes, directores de proyectos y/o ingenieros.

#### **¿Cuándo?**

Según cita o fecha acordada con cada encuestado.

#### **¿Dónde?**

En un lugar de reunión o de manera individual en sus oficinas, según su disponibilidad.

#### **¿Propósito?**

Conocer con mayor detalle los procesos actuales en las empresas estudiadas e identificar buenas prácticas en el desarrollo de productos electrónicos y tecnológicos.

### **¿Definiciones operacionales?**

- Se busca obtener información sobre:
- La Aplicación de procesos y metodologías en los proyectos de la empresa.
- La Documentación de los procesos aplicados por la empresa.
- La Confiabilidad del proceso aplicado por la empresa.
- La Calidad de los productos y procesos aplicados por la empresa.
- El Interés en la actualización de los procesos de la empresa.

### **¿Datos a obtener?**

Respuestas escritas cuantificables y respuestas orales calificables.

## **ESTUDIO PARA LAS EMPRESAS DEL SECTOR PRODUCTIVO TECNOLÓGICO DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA.**

Cordial saludo.

La presente herramienta de información hace parte del proyecto **Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla**, el cual persigue como objetivo el definir una metodología para el desarrollo de proyectos en sistemas embebidos que sea ágil y mejore los procesos actualmente aplicados por las empresas del sector de desarrollo electrónico en Barranquilla.

Hemos considerado que usted y su empresa son elementos fundamentales para lograr este objetivo, por lo cual le extendemos la invitación a hacer parte de este reto mediante la participación en el estudio, consistiendo su participación en la aplicación de una encuesta y una entrevista. Responderla será una actividad de dos sesiones, las cuales tomarán alrededor de 2 horas en promedio.

De aceptar participar estamos seguros que usted y su empresa encontrarán beneficios en la retroalimentación y los resultados que esta investigación genere mediante la invitación a una capacitación y socialización que se brindará al final del proyecto, permitiendo así fortalecer los procesos que actualmente implementan en sus proyectos. De igual forma asumiremos su consentimiento en participar en esta investigación como una responsabilidad para llevar a cabo con la mayor fidelidad y eficiencia este trabajo.

Agradecemos y esperamos poder contar con su participación.

Rubén D. Sánchez Dams  
Universidad de la Costa

## **INSTRUMENTO APLICADO**

### **INTRODUCCIÓN AL CUESTIONARIO**

A continuación se presenta un instrumento para el desarrollo de la investigación “Metodología ágil estandarizada para el desarrollo o ejecución de proyectos de sistemas embebidos, propuesta para empresas de la ciudad de Barranquilla”. Este fue formulado tomando las áreas de proceso de CMMI v1.3 de forma que se tenga un conjunto organizado de temas, teniendo como principal finalidad el de averiguar cómo hacen las cosas la empresa y su grado de madurez. Para tal fin sólo se tuvo en cuenta los dos primeros niveles en la representación por etapas de CMMI, incluyendo todas las de nivel dos y sólo las áreas de Ingenierías del nivel 3 de madurez, como se listan a continuación.

#### **Nivel 2 CMMI**

REQM - Gestión de Requisitos

PP - Planificación de Proyectos

WMC - Monitorización (anteriormente seguimiento) y control del trabajo

SAM - Gestión de acuerdos con proveedores

MA - Medición y Análisis

PPQA Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos

CM - Gestión de la Configuración

#### **Nivel 3 CMMI (Ingeniería)**

RD - Desarrollo de Requisitos

TS - Solución Técnica

PI - Integración de Producto

VER - Verificación

VAL – Validación

Las preguntas están divididas en dos grupos: Preguntas de cuestionario y preguntas de entrevista. Las primeras son de tipo cerradas para ser aplicadas en formato de encuesta, estas son utilizadas para caracterizar la empresa estableciendo parámetros de comparación y niveles de madurez. Por otro lado las segundas son de tipo abiertas utilizadas para conocer procedimientos y actividades y han sido formuladas para la entrevista.

Por último se aclara que en el instrumento se clasifican las preguntas de tres formas: genéricas, las basadas en CMMI nivel 2 v1.3, y las basadas en el nivel 3. Las primeras tienen como fin introducir al funcionario de la empresa en la temática pertinente del instrumento.

## **ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Hoja donde se adjunta el acuerdo de confidencialidad para ser revisado y firmado por las empresas en caso de ser solicitado.

### **6.1.1. Cuestionario RD**

78. Al desarrollar un proyecto o diseñar un producto ¿Utiliza alguna metodología para capturar e identificar los requisitos del cliente?

\_\_\_ Si, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

\_\_\_ No

79. ¿Cuenta usted con algún tipo de herramienta que garantice de forma adecuada la captura, descripción y gestión de los requisitos?

\_\_\_ Si, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

\_\_\_ No

80. ¿Realiza usted algún tipo de documentación a la hora de gestionar y analizar los requisitos o sus respectivos cambios?

- ☐ Si  
☐ No

81. ¿Quiénes o qué roles participan del proceso de captura de requisitos, al interior de la empresa que desarrolla la solución? (Puede elegir más de una opción):

- ☐ Analista del negocio  
☐ Analista o arquitecto del sistema  
☐ Diseñador del sistema  
☐ Implementadores (Codificador, desarrollador)  
☐ Diseñador de interfaz de usuario  
☐ Auditor de calidad  
☐ Gestor o administrador de proyecto  
☐ Especialista en pruebas y validación  
☐ Soporte infraestructura TI  
☐ Consultores expertos  
☐ Académicos expertos  
☐ Accionistas o dueños (desarrollador)  
☐ Otros, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

82. Entre los siguientes miembros de la parte interesada (stakeholders), a quiénes tiene en cuenta en la captura de requisitos (Puede elegir más de una opción):

- ☐ Usuarios finales del producto  
☐ Vendedores  
☐ Accionistas o dueños (cliente)  
☐ Trabajadores o empleados implicados (cliente)  
☐ Competidores  
☐ Inversores o patrocinador  
☐ Empresas aliadas

- ☐ Proveedores (desarrollador)
- ☐ Sindicatos
- ☐ Otros, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

83. De la siguiente lista, seleccione las técnicas para el análisis de requisitos que alguna vez haya empleado en sus proyectos (Puede elegir más de una opción):

- ☐ Agrupar requisitos fuertemente familiarizados.
- ☐ Asignar un nivel de complejidad a cada requisito.
- ☐ Calcular un nivel de esfuerzo, tiempo y costo por cada requisitos con base a su complejidad.
- ☐ Descripción de los requisitos de manera que sean claros y comprensibles para todos los interesados y miembros del equipo de trabajo.
- ☐ Ninguna de las mencionadas
- ☐ Otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

84. ¿De los siguientes recursos utilizados para realizar el desarrollo de Requisitos, cuál utiliza? (Puede elegir más de una opción):

- ☐ Herramientas para la especificación de requisitos
- ☐ Simuladores y herramientas de modelado
- ☐ Herramientas para realizar prototipos
- ☐ Herramientas para el seguimiento de los requisitos
- ☐ Herramientas para el modelado de requisitos
- ☐ Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_
- ☐ Ninguno

85. De las siguientes actividades para involucrar a las partes interesadas, ¿Cuál conoce o implementa? (Puede elegir más de una opción):

\_\_\_ Verificar que los requisitos cumplan las necesidades, las expectativas, las restricciones, etc., de los diferentes interesados

\_\_\_ Establecer conceptos operativos.

\_\_\_ Consolidar los requisitos con el cliente

\_\_\_ Establecer los requisitos del producto y sus componentes.

\_\_\_ Otros, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

\_\_\_ Ninguno

86. De los siguientes ejemplos sobre técnicas para obtener las necesidades, ¿Cuál ha utilizado usted o conoce?

\_\_\_ Demostración de tecnologías

\_\_\_ Grupos de trabajo de control técnico

\_\_\_ Revisiones intermedias del proyecto

\_\_\_ Cuestionarios, entrevistas y escenarios operativos obtenidos de usuarios finales

\_\_\_ Prototipos y modelos

\_\_\_ Lluvia de ideas

\_\_\_ Estudios de mercado

\_\_\_ Despliegue de la función de calidad

\_\_\_ Extracción de fuentes como documentos, estándares o especificaciones

\_\_\_ Observación de productos, entornos y patrones de flujo de trabajo existentes

\_\_\_ Análisis de casos de negocio

\_\_\_ Ingeniería inversa

\_\_\_ Encuestas de satisfacción del cliente

\_\_\_ Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_

\_\_\_ Ninguno

87. En un nivel de 0 a 5, ¿Qué grado de madurez considera usted que posee el área de proceso implementada en su empresa referente a Desarrollo de Requisitos?



### **6.1.2. Entrevista RD**

XLI. ¿Qué entiende usted por desarrollo de requisitos en la ejecución de un proyecto o construcción de un producto?

XLII. Explique qué entiende por:

Necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de los interesados

Requisitos del cliente

Requisitos y componentes del producto

XLIII. ¿Qué estrategia posee su empresa para la captura de requisitos?,  
Describala.

XLIV. Describa de qué forma enuncia los requisitos.

XLV. ¿Cómo garantiza que los requisitos capturados son suficientes para el desarrollo de su proyecto y bien comprendidos por su organización?

XLVI. ¿Cómo equilibrar las necesidades y restricciones de requisitos contradictorios por parte de los interesados?

XLVII. ¿Cómo analiza los requisitos, estiman esfuerzo, complejidad, dificultad?

XLVIII. ¿Cómo deriva a partir de los requisitos del cliente, los requisitos del producto o proyecto a desarrollar?

## ANEXO C. TABULACIÓN DE RESULTADOS PREGUNTAS CERRADAS

Escriba a continuación el nombre de la empresa encuestada.	Intelpro S.A.	Indutronica del Caribe	Bermit Ltda.	Viatrans del Caribe	Investigador CUC	Biolnge
112	Si	Si	Si	Si	No	Si
113	Se realiza un proceso de control pero este no es tan detallado	No se tiene un control	Se realiza un proceso de control pero este no es tan detallado	Siempre	Se realiza un proceso de control pero este no es tan detallado	Se realiza un proceso de control pero este no es tan detallado
114	- Ing. de proyectos - Ing. programación - Gerente - Técnicos electricista	Prueba	1. LIDER DEL PROYECTO VERIFICA A NIVEL DE TÉCNICO. 2. GERENCIA VERIFICA EL PRODUCTO A NIVEL DE NEGOCIO.	1. Administrador de proyectos (Asignación de actividades. 2. Cumplimiento de requerimientos del cliente.	1. INVESTIGADOR PRINCIPAL 2. LÍDER DE GRUPO. 3. REVISIÓN PARES.	a. Director del Proyecto. b. Diseñador hardware. c. Programador. d. Asesor médico/clínico. e. Cliente.
115	El más apropiado según el criterio profesional, del grupo de desarrollo	El más apropiado según el criterio profesional, del grupo de desarrollo	El más apropiado según el criterio profesional, del grupo de desarrollo	El más apropiado según el criterio profesional, del grupo de desarrollo	El más apropiado según el criterio profesional, del grupo de desarrollo	El más apropiado según el criterio profesional, del grupo de desarrollo
116	Si	No	Si	Si	Si	Si
117	4	1	3	2	2	3
118	Si	No reconozco la diferencia entre verificación y validación de productos	Si	Si	No reconozco la diferencia entre verificación y validación de productos	Si
119	Sólo al principio del proyecto	Sólo al final del proyecto	Periódicamente	Periódicamente	Sólo al final del proyecto	Sólo al final del proyecto
120	Muy importante		Muy importante	Muy importante	Muy importante	Muy importante

Escriba a continuación el nombre de la empresa encuestada.	Intelpro S.A.	Indutronica del Caribe	Bermit Ltda.	Viatrans del Caribe	Investigador CUC	Biolnge
121	Cumplimiento de especificaciones Durabilidad Manejabilidad Documentación pertinente	Percepción subjetiva del cliente	1. PORCENTAJE DE CONFIABILIDAD. 2. TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO. 3. CALENTAMIENTO COMPONENTES ELECTRÓNICOS. 4. VOLTAJE Y CORRIENTES. 5. PRUEBAS DE OFUSCAMIENTO.	1. Presentación - Imagen. 2. Funcionalidad. 3. Aplicabilidad. 4. Rentabilidad.		a. Pruebas clínicas. b. Obtención de parámetros dentro de los rangos clínicos para pacientes sanos. c. Pruebas con simuladores de señales biológicas. d. Pruebas del sistema en condiciones patológicas para la verificación de alarmas. e. Criterios médicos.
122	Listado de equipos Diagramas de control, físicos Manuales de usuario, instalación o uso Actas de entrega y entregables	Lista de chequeo Pruebas funcionales Accionamientos Tableros Apariencia Sensores	1. MÓDULOS DE SOFTWARE. 2. COMPONENTES DE HARDWARE POR CAJA BLANCA GRIS Y NEGRA. 3. PRUEBAS DE HARDWARE POR FUNCIONALIDAD.	1. Software - Interfaz de usuario (Informes). 2. Hardware - Electividad - Funcionalidad (Conteo de pasajeros efectivo 100%). 3. Software - Integrabilidad - Validar consistencia de informes entre bases de datos.	1. MÓDULOS DE EJECUCIÓN DE PROCESOS. 2. COMPROBACIÓN SEÑALES ELECTROMAGNÉTICAS.	a. Sistemas de adquisición de parámetros biomédicos. b. Información alfanumérica relacionada con parámetros biomédicos. c. Formas de onda de señales a visualizar. d. Control de alarmas. e. Interfaces gráficas propias o en un PC.

Escriba a continuación el nombre de la empresa encuestada.	Intelpro S.A.	Indutronica del Caribe	Bermit Ltda.	Viatrans del Caribe	Investigador CUC	Biolnge
123	Análisis, Prototipos	Ninguno	Análisis, Simulaciones, Prototipos	Análisis, Simulaciones, Prototipos, Demostraciones	Prototipos	Simulaciones, Prototipos, Demostraciones
124	Discusiones formales con los usuarios, Demostraciones funcionales (sistema, partes del hardware, documentación del producto), Guías de diseño, Pruebas pre-establecidas por la empresa	Ninguno, Discusiones formales con los usuarios, Demostraciones funcionales (sistema, partes del hardware, documentación del producto)	Discusiones formales con los usuarios, Demostraciones funcionales (sistema, partes del hardware, documentación del producto), Análisis del producto y componente del producto, Reglas de construcción, Verificación de tipos de defectos comunes, Cumplimiento con estándares	Discusiones formales con los usuarios, Demostraciones funcionales (sistema, partes del hardware, documentación del producto), Análisis del producto y componente del producto, Cumplimiento con estándares, Pruebas pre-establecidas por la empresa	Demostraciones funcionales (sistema, partes del hardware, documentación del producto), Cumplimiento con estándares	Discusiones formales con los usuarios, Demostraciones funcionales (sistema, partes del hardware, documentación del producto), Análisis del producto y componente del producto, Pruebas pre-establecidas por la empresa
125	Tiempo o velocidad de preparación frente al tiempo o velocidad esperado, Causas de los defectos	Ninguno	Fase en que fue introducido el defecto, Causas de los defectos, Impacto de la resolución del defecto	Tiempo o velocidad de preparación frente al tiempo o velocidad esperado, Tipos de defectos detectados	Tiempo de respuesta del sistema, Otros	Tiempo de respuesta del sistema, Tipos de defectos detectados, Causas de los defectos



Escriba a continuación el nombre de la empresa encuestada.	Inelpro S.A.	Indutronica del Caribe	Bermit Ltda.	Viatrans del Caribe	Investigador CUC	Biolnge
126	Herramientas de prueba conectados con el producto que está siendo validado (medidores, dispositivos electrónicos y sensores), Subsistemas o componentes simulados (por medio de software electrónico o mecánico)	Subsistemas o componentes simulados (por medio de software electrónico o mecánico)	Herramientas de prueba conectados con el producto que está siendo validado (medidores, dispositivos electrónicos y sensores), Subsistemas o componentes simulados (por medio de software electrónico o mecánico), Software de prueba embebido	Herramientas de prueba conectados con el producto que está siendo validado (medidores, dispositivos electrónicos y sensores), Subsistemas o componentes simulados (por medio de software electrónico o mecánico), Sistemas de interfaz, Software de prueba embebido	Herramientas de prueba conectados con el producto que está siendo validado (medidores, dispositivos electrónicos y sensores), Subsistemas o componentes simulados (por medio de software electrónico o mecánico), Software de prueba embebido	Herramientas de prueba conectados con el producto que está siendo validado (medidores, dispositivos electrónicos y sensores), Subsistemas o componentes simulados (por medio de software electrónico o mecánico), Sistemas de interfaz, Software de prueba embebido
127	Validación por componentes, Validación de integración	Validación de integración, Demostración frente al usuario de los prototipos o productos	Validación por componentes, Validación de integración, Demostración frente al usuario de los prototipos o productos	Validación por componentes, Validación de integración	Validación de integración	Validación por componentes, Validación de integración, Demostración frente al usuario de los prototipos o productos

Escriba a continuación el nombre de la empresa encuestada.	Intelpro S.A.	Indutronica del Caribe	Bermit Ltda.	Viatrans del Caribe	Investigador CUC	Biolnge
128	Comportamiento operacional, Entrenamiento e interfaz de usuario, Servicios de soporte, Disponibilidad, Rendimiento, Tolerancia de fallo	Comportamiento operacional, Tolerancia de fallo	Comportamiento operacional, Entrenamiento e interfaz de usuario, Disponibilidad, Rendimiento, Tolerancia de fallo	Comportamiento operacional, Pruebas y evaluaciones de mantenimiento, Servicios de soporte, Disponibilidad, Rendimiento	Comportamiento operacional, Desempeño, Rendimiento, Tolerancia de fallo	Comportamiento operacional, Desempeño, Rendimiento, Tolerancia de fallo
129	Pruebas de estrés, Pruebas de integración, Cumplimiento de requisitos, Pruebas unitarias	Cumplimiento de requisitos	Pruebas de liberación del sistema o producto, Pruebas de estrés, Pruebas de integración, Cumplimiento de requisitos, Escenarios de pruebas (funcionalidad), Pruebas unitarias	Escenarios de pruebas (funcionalidad)	Cumplimiento de requisitos, Escenarios de pruebas (funcionalidad)	Pruebas de integración, Cumplimiento de requisitos, Escenarios de pruebas (funcionalidad), Pruebas unitarias
130	No	Si	Si	Si	No	Si
131	4	1	3	2	1	4

## **ANEXO D. ANÁLISIS DETALLADO POR EMPRESA**

### **Bermit**

Bermit Ltda, es una empresa de desarrollo de proyectos tecnológicos que abarca las áreas de Automatización y Control, Sistemas Embebidos y Desarrollo de Software en campos de aplicación como sistemas de tráfico vehicular, peajes, paso a niveles, sistemas de comunicación, sistemas de pesaje vehicular, automatización industrial, entre otros.

Es una de las empresas más pequeñas del grupo de estudio y también una de las de menor tiempo de constitución, sin embargo, posee conocimientos relativamente profundos y aplicados sobre herramientas, metodologías y prácticas para el desarrollo de proyectos, entre las que se puede citar SCRUM, RUP, CMMI y UML, e incluso han logrado aplicar parcialmente estos en la ejecución de sus proyectos.

En algunas empresas, incluidas Bermit, se cuenta con alguna especificación u organización de un proceso de desarrollo, actividades, prácticas, etc. con el fin de lograr o asegurar la calidad del producto, sin embargo, aunque estas son puestas en práctica en ocasiones se ven descontinuadas en el ciclo de vida del proyecto por factores como el tiempo, recursos humanos, o por no ver una ganancia de tipo monetario inmediata en la aplicación de estas.

### **Gestión de requisitos Bermit**

Bermit utiliza la gestión de requisitos en sus proyectos. Así como las demás empresas Bermit realiza las mismas actividades, pero los procesos son explícitos con un proceso bien definido, y de forma consciente. Esta empresa al comienzo del proyecto se reúne con el cliente para la captura, revisión y validación de los requisitos, y después de forma esporádica. Las actividades que realiza para la gestión de requisitos son las siguientes:

- Utilizar criterios que permiten establecer si los requisitos son claros y correctamente establecidos.
- Autogestión del grupo de desarrollo para encontrar la forma de hacer lo que el cliente desea.
- Refinar los requisitos aun cuando no es posible tener en cuenta toda la parte interesada.
- Realizar reunión al comienzo del proyecto para la captura, revisión y validación de requisitos.
- Evaluar de manera interna la suficiencia, coherencia y necesidad de los requisitos a la hora de ejecutar el proyecto.
- Realizar reunión esporádica durante el proyecto para ajustes de requisitos; se da cuando sea necesario.

### **Desarrollo de requisitos Bermit**

La empresa tiene bien desarrollada esta disciplina, teniendo total claridad y usando adecuadamente las técnicas de análisis de requisitos, al igual que manejan sus conceptos. La empresa cuenta con herramientas, métodos y documentación de sus procesos y al igual que registra sus requisitos, en sus secciones también participación activamente de diferentes roles por parte de los desarrolladores y dentro de lo posible se procura que intervienen los stakeholders en la captura de requisitos. Todo esto permite que su disciplina sea explícita. A pesar de lo anterior se encuentra una importante oportunidad de mejora en cuanto a que la organización al plantear los requisitos técnicos, lo hace a luz de esnobismos sobredimensionando en la mayoría de los casos la alternativa de solución propuesta.

Hay que negociar con la empresa su proceso de requisitos, para ver si es posible basarse en él para la formular una generalización para la propuesta dentro del proceso síntesis de este trabajo. Los aspectos a negociar es el nivel de detalle de la descripción de su proceso, que considera la empresa estratégico o ventaja competitiva que no se pueda exponer, mirar a ver qué es



lo que ya está expuesto en el estado del arte, y qué aspectos han sido sus adaptaciones propias, o saber cómo con base en su experiencia.

En general para la captura de requisitos, análisis y desarrollo de requisitos la empresa se organiza como se muestra a continuación.

Se establece una reunión con la mayor cantidad de interesados que sea posible, junto con un grupo de roles por parte de la organización que incluye como mínimo 2 personas, analistas de negocio y analista técnico. Se comienza en lo posible en la primera sección con el modelado del Dominio (según ICONIX), después con otra sección de entrevista sobre el dominio del problema identificando la generación de valor, mediante requisitos del negocio. Lo anterior se da en el contexto creativo y no restrictivo de lluvias de ideas, en donde todos los participantes exponen sus puntos de vistas, la restricción impuesta por el moderador (por parte de los desarrolladores) es solo para mantener encausado la sección en torno al dominio del problema.

La empresa enuncia dos tipos de requisitos: del negocio y técnicos, separando claramente los del negocio a quienes llama necesidades o simplemente requisitos (sentencias declarativas cortas y concisas en voz pasiva), de los técnicos que se expresan y denomina internamente como casos de uso (últimamente se ha entrenado en el uso de CU v2.0).

Hay variaciones a este esquema, de acuerdo a las particularidades del cliente; por ejemplo cuando internamente especifican un listado de necesidades, planean especificaciones, o presentan términos de referencia, otro aspecto es por ejemplo la búsqueda previa de manuales de usuario o soluciones del estado del arte planteado como soluciones a la propuesta de valor que se pretende conseguir. En estos casos se usan como insumos para buscar términos del modelo del dominio, para el análisis de requisitos del negocio, y la creación de los requisitos técnicos.

Las actividades relacionadas con la especificación de las necesidades (requisitos) no toman mucho tiempo, se capturan desde el cliente a través de entrevistas o documentos de especificación, describiéndolos de forma sucinta colocándoles un nombre corto de pocas palabras que representa a su descripción, asignándoles además un código. Las necesidades son agrupados en funcionales y no funcionales, y se establecen relaciones de agregación y generalización, se priorizan con un código de colores, según pertinencia, importancia, y otros aspectos. Los tiempos dedicados estas actividades son para la entrevista no más de dos horas, si hay especificaciones se hace un análisis grupal por el grupo de desarrollo que no toma más de media jornada (4 horas), al igual que para la descripción y ordenamiento en otra sección separada.

Los casos de uso son entendidos como refinamientos de las necesidades inicialmente planteadas, son casos de uso del sistema que especifican el producto o proyecto que se va desarrollar y lideran el desarrollo del producto en su mayor parte. Son descritos en voz activa, definiendo qué se debe hacer, por quién, a quién afecta, y son utilizados para planear y dirigir el desarrollo. Siguen la técnica de especificación descrita en el proceso ICONIX, y en la actualidad lo han refinado con un enfoque compatible con los CU v2.0, con aspectos de priorización y subdivisión en elementos más pequeños (rebanadas o slices).

En general los requisitos son capturados en herramientas informáticas, mediante diagramas de requisitos, y de casos de uso (UML). Este se utiliza como mecanismo gráfico para que el equipo desarrollador haga el análisis de composición, generalización, otras relaciones, establecimiento de prioridades, etc., con ambos tipos de requisitos, que posteriormente serán validados por el cliente.

Durante la especificación de los requisitos se verifica que las necesidades que el cliente haya planteado sean bien comprendidas por el grupo desarrollador suficientes, no tengan contradicciones, o sean posibles de implementar así:

**Comprendidos por el grupo desarrollador:**

- Modelado del dominio.
- Diagramas de casos de uso.
- División de CU en rebanadas.
- Mediante la narrativa de CU.

**Suficientes:**

- Mediante la narrativa del CU y su flujo básico y alternativos.
- Agregación y generalización de necesidades.
- Cobertura del dominio del problema mediante CU.

**Contradicciones:**

- Agregación y generalización de necesidades.
- Validación de requisitos y CU con cliente.
- Priorización de requisitos y CU con cliente.

**Posibles de implementar:**

- Mediante la matriz de trazabilidad se verifica que todas las necesidades planteadas sean asignadas a por lo menos un CU.
- Mediante el análisis de esfuerzo de las rebanadas de CU.

En la empresa, la estimación de esfuerzos se hace una vez se hayan analizados los requisitos, sin llegar a describir completamente las narrativas de los CU. Una vez establecidos los CU que serán implementados se hace la estimación sobre casos de uso, no sobre las necesidades del cliente. Cada caso de uso es explorado, esbozado, y dividido en sus respectivas rebanadas, a cada una de estas rebanadas se les asigna un valor de dificultad, complejidad, y extensión, que resulta en una medida del esfuerzo (según la experiencia y un análisis racional) necesario para llevarlo a cabo. Con esta información se determina el tiempo y duración de cada uno de las rebanadas de casos de uso y en general de las etapas del proyecto.

## **Bioinge**

Bioinge es una empresa dedicada al desarrollo de proyectos, prototipos y soluciones en el campo de la medicina y bioingeniería. Es una empresa con varios años de experiencia en este tipo de desarrollos, lo que ha favorecido a aprender de los resultados, errores y casos de éxito experimentados, sin embargo la aplicación de este análisis al desarrollo de proyectos es resultado de evocar a la reflexión individual y grupal, y no a ejercicios de análisis estandarizados, evaluaciones y registros documentales.

No conocen algunas de las herramientas y metodologías para el desarrollo de proyectos encuestadas, pero evidencian un proceso bien definido para los desarrollos que abordan. En general para abordar un proyecto seleccionan la forma de trabajo de manera grupal, escogiendo como desean trabajar, buscando siempre el cumplimiento efectivo de los requisitos que se les presenten.

### **Gestión de requisitos Bioinge**

No se reconoce el término “gestión de requisitos”, sin embargo los requisitos adquiridos por parte del cliente siempre son revisados de que sean suficientes y trazables a productos, se inicia el desarrollo luego de tener los requisitos suficientes, de una buena descripción de requisitos depende la trazabilidad sin usar herramientas para ello, más allá de la descripción contra el entregable.

Para la gestión de requisitos se realiza:

- Capturar requisitos en reuniones periódicas, también se realizan las tareas de revisar y validar los requisitos.
- Definir de forma clara y eficiente de los requisitos capturados. Aun cuando no se han tenido en cuenta todos los miembros del Stakeholder.

- Determinar si los requisitos son suficientes y necesarios para la ejecución del proyecto.
- Modificar los requisitos aun cuando no se han tenido en cuenta todos los miembros del Stakeholder.
- Definir los módulos de trabajo.
- Autogestión del grupo de desarrollo para encontrar la forma de hacer lo que el cliente desea.
- Desarrollar los módulos y chequeo de progreso con checklist. Realizar seguimiento y control de requisitos por entregables.
- Realizar reuniones para verificación de los módulos y control sobre aspectos técnicos y financieros.

### **Desarrollo de requisitos Bioinge**

Se tiene ideas conceptuales sobre los requisito, carecen de formalismos teóricos, pero la organización lo tiene bien asimilado y un proceso implícito bien claro. El desarrollo de requisitos se hace mediante objetivos y el planteamiento de actividades que puedan ser llevadas a cabo para poder alcanzar el requisito planteado. Especifican técnicamente las características que debe tener la solución técnica que desarrollarán, en términos de rangos, variables, umbrales, etc. El desarrollo de requisitos se hace muy similar a como lo realizan organizaciones de tipo académica.

En cuanto a su proceso de desarrollo de requisitos implícito este se logra concibiendo a nivel general la alternativa de solución técnica propuesta. Hay oportunidades de mejora en cuanto a la definición explícita de un razonamiento lógico para la especificación de los requisitos técnicos del sistema y de esta forma tener un requisito al que se le pueda hacer trazabilidad.

### **Intelpro**

Es una empresa con experiencia en el desarrollo de proyectos y aplicaciones de automatización, control e instrumentación industrial. No conoce todas las posibilidades en cuanto a metodologías y herramientas de apoyo a desarrollo de proyectos, sin embargo, si aplican PMI. La empresa tiene un modelo de negocio que involucra una estrategia comercial efectiva lo que los ha hecho crecer como empresa y en sus niveles de facturación.

Presentan un grupo de personas principalmente joven, comprometidos con la institución, pero con una alta rotación de personal debido principalmente a los niveles de competencia en los costos de operación de este tipo de proyectos.

### **Gestión de requisitos Intelpro**

Esta empresa asegura la utilización de la gestión de requisitos en sus proyectos, sin embargo esas actividades que realiza para gestionar requisitos no son aún suficientes. No existe una formalidad en las actividades que realiza, la trazabilidad de los requisitos no se mantiene, por lo que esta área de proceso es muy débil en esta empresa. Dentro de las actividades que realiza esta empresa en la gestión de requisitos se puede destacar:

- Definir y utilizar ciertos criterios para identificar de la forma más eficiente y clara los requisitos del cliente.
- Evaluar si los requisitos son suficientes y necesarios para la ejecución del proyecto.
- Modificar los requisitos cuando estos no se han consolidado con todos los stakeholders.
- Realizar reuniones periódicas con el cliente para revisar, confirmar, capturar y validar requisitos.
- Autogestión del grupo de desarrollo para que encuentre la forma de realizar lo que el cliente pide basado en los requisitos ya aprobados.

### **Desarrollo de requisitos Intelpro**

En esta empresa se aplica la disciplina de desarrollo de requisitos, presentando oportunidades de mejora, ya que conciben organizacionalmente pocas actividades que garanticen que se desarrollen bien los requisitos, sin contar una metodología explícita que ayude a capturar e identificar los requisitos de manera, eficaz, ágil, y eficiente. El uso de herramientas para la captura es informal mediante software ofimático convencional, a discreción de la persona que asuma el rol de la captura, aunque cuenta con algunos formatos para la definición de variables y aspectos importantes del proceso industrial.

La documentación que realizan a la hora de analizar o gestionar los requisitos es todavía mínima, pero establece explícitamente los alcances del proyecto, tienen en cuenta los roles y stakeholders a la hora de capturar los requisitos. El requisito es esbozado y medianamente comprendido en el momento en el que se formula el proyecto (a lo que le llaman ingeniería básica). Una vez aprobado el proyecto el requisito es desarrollado mediante lo que llaman ingeniería detallada, donde a grandes rasgos se define detalladamente el planteamiento arquitectónico de la solución técnica; aquí los requisitos son asociados y se establecen grados de complejidad.

La captura de requisitos se hace desde un nivel comercial de acuerdo a los términos de referencias establecidos, o a partir de la descripción hecha desde la perspectiva comercial o contractual. La estrategia de venta se basa en atender bien al cliente, escucharlo, tener una cara amable del lado comercial, con una estrategia que por una parte vende servicios sin contrariar al cliente, y por otro lado cuenta con un rol negociador y especializado en cierre de proyectos.

Ante unos requisitos incompletos, no claramente definidos, o ausentes, la empresa utiliza como estrategia implícita (arraigada organizacionalmente) las relaciones interpersonales con los roles claves por parte del cliente para negociar los compromisos que serán tenidos en cuenta en la entrega final.

## **Investigador CUC**

Este rol se presenta como representante de un grupo de investigación dentro de la academia. El rol de investigador de la institución en estudio tiene como función el desarrollo de proyectos y artefactos para suplir necesidades de organizaciones externas a la universidad, utilizando como mecanismo de consecución de recurso convocatorias normalmente apoyadas por el estado. Como insumos para el desarrollo de proyectos se tiene metodologías propias desarrolladas al interior de la institución, con particularidades de trabajo del grupo de investigación. En cuanto a los matices individuales del investigador éste aporta a la metodología de trabajo, su propia experiencia profesional ejercida como Ingeniero Electrónico en el sector comercial no académico.

Aunque el investigador y en general el grupo de investigación conoce estándares que aseguran la calidad, esta organización no aplica ninguno de forma rigurosa a la hora de desarrollar sus procesos, viéndose solamente permeado por ellos. Su proceso se concentra principalmente en la entrega de resultados con los recursos y tiempos acordados, dejando la autogestión a cada grupo de investigación en particular. Así mismo en cuanto al sistema de gestión de riesgos, se identificaron oportunidades de mejora principalmente causados por la poca o ausente planeación y gestión de ellos, a los que se les da en la planeación poca importancia.

## **Gestión de requisitos Investigador CUC**

El investigador reconoce y utiliza la gestión de requisitos en sus proyectos, se reúne periódicamente con la parte interesada para seguir los requisitos. Gestiona requisitos de forma implícita e informal en sus proyectos, se encuentran oportunidades de mejora importantes debido a que el investigador que el caso común es que los proyectos se desvíen del cronograma inicial, o



que el alcance sea modificado. Las actividades que realiza son también similares a las que ejecutan las otras empresas y son:

- Definir los objetivos y entregables de su proyecto (Sin realizar un detalle de requisitos formal).
- Determinar si los requisitos son suficientes y necesarios para la ejecución del proyecto.
- Realizar reuniones periódicas para la captura, revisión y validación de requisitos.
- Autogestión del grupo de desarrollo para encontrar la forma de hacer lo que el cliente desea.
- Modificar los requisitos aun cuando no se han tenido en cuenta todos los miembros del Stakeholder.

### **Desarrollo de requisitos Investigador CUC**

Los investigadores tienen ideas conceptuales sobre los requisitos, su gestión, y desarrollo. En la organización se tiene establecido un procedimiento para desarrollar los requisitos que son planteados principalmente como objetivos y alcance. La metodología consiste en la definición de un problema de estudio, al cual se le busca respuesta por medio de plantear una alternativa de solución mediante un objetivo principal. Al objetivo general se le definen etapas parciales de su solución consolidada en tres o 4 objetivos específicos que son detallados mediante fases, atados a hitos y entregables. Todo esto es dirigido por una matriz metodológica en donde se estructura y dimensiona el proyecto, planteando en últimas el cronograma a partir de las fases, y definiendo el recurso necesario para llevarlo a cabo.

La organización presenta oportunidades de mejora en cuanto a que hay vacíos en la forma de definir las actividades y en plantear de forma eficiente el desarrollo de los requisitos para hacer mejores estimaciones. También hay oportunidades de mejoras en la completitud y coherencia de los requisitos que

en la fase de definición no se validan, postergando realmente a la validación de los artefactos o entregables terminados.

Por último se identificó una mejora en cuanto a que normalmente en la formulación de proyectos no se conciben los riesgos ni la dedicación de esfuerzos para mitigarlos, si se presentan en la ejecución son resueltos solicitando aplazamiento.

## **Viatrans**

Es una empresa dedicada principalmente a la integración de soluciones tecnológicas informáticas, mediante el desarrollo de software y soluciones electrónicas. En sus años de experiencia, se manejan desarrollos donde el cliente siempre maneja la última palabra y los cambios constantes en el proyecto son normales, en donde siempre se busca satisfacer al cliente, en cumplimiento de tiempos y/o funcionalidades.

La empresa conoce y aplica el uso de herramientas para la gestión del desarrollo tecnológico como Enterprise Architect, y suite de desarrollo, apoyado en herramientas ofimáticas para la documentación. En cuanto a metodologías de desarrollo, se conocen algunas pero sin ser aplicadas a los procesos, las herramientas que apoyan el desarrollo o facilitan ciertas tareas de ingeniería son utilizadas frecuentemente, como diagramas, UML, esquemáticos, etc.

## **Gestión de requisitos Viatrans**

Esta empresa reconoce el término de gestión de requisitos pero aunque dicen que no lo aplican en sus proyectos realizan de forma implícita actividades para la gestión de los mismos. El nivel de madurez que tiene esta empresa en esta

área presenta importantes oportunidades de mejora. La empresa se reúne periódicamente con los clientes para hacer seguimiento a los requisitos. Las actividades que realizan son:

- Identificar que los requisitos sean claros y correctamente establecidos.
- Evaluar la suficiencia y necesidad de los requisitos a la hora de ejecutar el proyecto.
- Modificar los requisitos aun cuando no se han tenido en cuenta a todos los stakeholder.
- Realizar reunión periódica con los clientes para capturar, revisar y validar requisitos.

### **Desarrollo de requisitos Viatrans**

Es concebida más que todo como una actividad comercial. La técnica de captura y desarrollo de requisito que realiza la organización es bastante informal, lo realiza el gerente técnico, él define sólo con el cliente que es lo que se hace, después es transmitido a los desarrolladores. También poseen actividades de documentación, y utilizan herramientas para la captura y conoce metodologías, sin embargo no maneja ni se conocen la formalidad en esta área de proceso.

Este rol del analista de requisito lo asume un ingeniero con mucha experiencia y competencias comunicativas y comerciales. Hay un refinamiento cuando se pasa a la definición técnica, una vez definidos los requisitos él se reúne con el grupo técnico y analiza en conjunto los planteamientos o refinamientos técnicos de los requisitos. A pesar que es participativa estas secciones el gerente técnico es el que define la alternativa a concreta a ser abordada y el alcance que se pretende con el proyecto.

Entonces se podría decir que la madurez que tiene la organización en cuanto en esta disciplina es todavía baja, aunque si realiza actividades para el

desarrollo de requisitos, no tiene la formalidad o consistencia para hacer de esta formalidad una disciplina más madura.

### **Indutronica**

Empresa dedicada al desarrollo de soluciones de automatización para procesos Industriales, junto con el mantenimiento de sistemas de automatización, montajes eléctricos, y similares. Tiene varios años en el mercado, con trayectoria y reconocimiento comercial, lo que ayuda a mejorar su metodología de desarrollo de proyectos. La empresa evidencia que asumen tareas para el aseguramiento de la calidad y satisfacción del cliente, pero estas no se basa en ninguna metodología establecida y algunas ocasiones por tiempo son a omitidas, o solo aplicadas esporádicamente.

La forma de trabajo es auto gestionados organizado en grupos de trabajo que abordan proyectos, para lo cual en general los proyectos de desarrollo depende de una parte administrativa que se encarga principalmente de la parte logística y ejecución presupuestal, y de una técnica a la que el grupo de desarrollo le rinde cuentas. Los grupos de trabajo se conforman por diferentes roles que son seleccionados de acuerdo a su disponibilidad y habilidades requeridas para asumir los proyectos.

### **Gestión de requisitos Indutronica**

Esta empresa no reconoce el término de gestión de requisitos, pero utiliza actividades que hacen parte de la gestión de requisitos, por lo que se puede decir que gestiona, sin embargo las actividades las ejecuta de forma intuitiva y sin ningún tipo de estandarización clara que permita la eficiencia y eficacia de estas actividades Sólo al comienzo del proyecto la reunión con el cliente para capturar, revisar y validar requisitos, esto hace que el nivel que tiene esta empresa plantea oportunidades de mejora. Dentro de las actividades que realiza Indutronica en el área de gestión de requisitos están:

- Identificar requisitos claros y correctamente establecidos.
- Autogestión del grupo de desarrollo para encontrar la forma de hacer lo que el cliente desea.
- Modificar los requisitos aun cuando no se han tenido en cuenta todos los miembros del stakeholder.
- Realizar reunión sólo al comienzo del proyecto para la captura, revisión y validación de requisitos.
- Gestionar de manera informal e inconsciente de requisitos de los desarrolladores con el interventor.
- Evaluar la suficiencia y necesidad de los requisitos a la hora de ejecutar el proyecto.

### **Desarrollo de requisitos Indutronica**

En esta empresa la disciplina de desarrollo de requisitos presenta oportunidades de mejora, ya que no conciben organizacionalmente actividades que garanticen que se desarrollen bien los requisitos, a pesar que la aplican, no cuentan con una metodología estandarizada o clara que ayude a capturar e identificar los requisitos de manera, eficaz, ágil, y eficiente. El uso de herramientas para la captura es informal mediante software ofimático convencional, a discreción de la persona que asuma el rol de la captura, como consecuencia la documentación que realizan a la hora de analizar o gestionar los requisitos es incipiente. En los aspectos positivos en cuanto al área de proceso está que se tienen en cuenta los roles y stakeholders a la hora de capturar los requisitos. El requisito es comprendido y desarrollado en el momento que se hace el planteamiento arquitectónico de la solución técnica al inicio del proyecto, donde son asociados y se establecen grados de complejidad.

La captura de requisitos se hace desde un nivel comercial de acuerdo a los términos de referencias establecidos, o a partir de la descripción hecha desde la perspectiva comercial o contractual. Por otro lado a nivel técnico la captura de requisitos del sistema se hace de manera informal de acuerdo a lo que se converse con el Ing. de proceso o interventor del cliente.

Ante unos requisitos incompletos, no claramente definidos, o ausentes, la empresa utiliza como estrategia implícita (arraigada organizacionalmente) las relaciones interpersonales con los roles claves por parte del cliente para negociar los compromisos que serán tenidos en cuenta en la entrega final.

## **ANEXO E. SÍNTESIS DE TAREAS DE LAS ÁREAS DE GESTIÓN Y DESARROLLO DE REQUISITOS CMMI V1.3**

En este apartado se extrae en el área de proceso de gestión y desarrollo de requisitos, las tareas junto con la caracterización de la misma que la definen. Estas tareas son asignadas a una disciplina definiendo además que rol participa, y los artefactos de entrada y salida. La definición se hizo mediante Síntesis de áreas de procesos, análisis de áreas de proceso, para identificar actividades que fueron agrupadas y nombradas como tareas. De este análisis se sintetizaron aspectos que son asignadas a una tareas, así en varias áreas de proceso puede surgir la misma tarea asignada a su respectiva disciplina, alimentando cada aparición con un aspecto nuevo (actividades, pasos, restricciones, etc.). Como era de esperarse de acuerdo a la forma en que las empresas crean sus desarrollos, las áreas de proceso se encuentran interrelacionadas estableciendo vínculos cruzados entre las disciplinas, que permitieron la formulación de un proceso coherente, y cohesivo.

En lo posible y de acuerdo a los principios establecidos para el proceso se especificaron el mínimo número de tareas que sirvieran al tiempo efectivamente y ágilmente a varios aspectos expresados por CMMI, cubriendo el área de proceso asumida en este estudio.

### **Consolidado de tareas, Gestión de requisitos**

Tabla 3. Consolidado de tareas en la Gestión de requisitos

<b>Tarea</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Rol</b>	<b>Artefacto Entrada</b>	<b>Artefacto Salida</b>
<b>Analizar el problema</b>	Requisitos	Analista, Comercial		Modelo del Dominio
<b>Conocer las necesidades</b>	Requisitos	Analista, Comercial	Modelo del Dominio	Tabla de Requisitos

<b>del interesado</b>				Requisito Capturado (Estado sentencia pasiva).
<b>Definir los requisitos del sistema</b>	Requisitos	Analista	Tabla de Requisitos  Requisito Capturado (Estado sentencia pasiva).	Tabla de Requisitos Capturados  Requisito Capturado (Estado Numerado, revisado, etc).
<b>Definir el ámbito y alcance del sistema</b>	Requisitos	Analista	Tabla de Requisitos  Modelo del Dominio	Propuesta Final del Proyecto  Tabla de Requisitos Capturados  Requisito Refinado (En estado Enunciado - Relacionado a Caso de Uso y Slice)  Modelo de Casos de Uso  Tabla de Recursos, Esfuerzo y Tiempo
<b>Asociar los requisitos a los entregables del proyecto</b>	Requisitos	Analista	Requisito Refinado (En estado Enunciado)	Entregable del Proyecto  Tabla de Recursos, Esfuerzo y Tiempo



<b>(Opcional) Formular los objetivos del Proyecto</b>	Requisitos	Analista	Requisito Refinado (En estado Enunciado)	Objetivos del Proyecto
<b>Asignar requisitos a roles y responsables</b>	Requisitos	Analista	Requisito Refinado (En estado Enunciado)	Tabla de Recursos, Esfuerzo y Tiempo
<b>Definir componentes a desarrollar, reutilizar o comprar</b>	Análisis	Analista	Requisito Refinado	Tabla de Presupuesto  Arquitectura (Estado- Bloques)
<b>Gestionar cambios de requisitos</b>	Requisitos	Analista	Incidencia de Cambio	Requisitos Capturados  Requisitos Refinados
<b>Gestionar y analizar los cambios en las incidencias</b>	Gestión de Proyecto.	Coordinador del Proyecto, Desarrolladores, Analistas		Tabla de Recursos, Esfuerzo y Tiempo  Presupuesto  Arquitectura (Estado de Bloques)

### **Consolidado tareas Planeación del proyecto, Fase de inicio**

En gestión de requisitos se **analiza el dominio del problema** conociendo las necesidades de la parte interesada, utilizando mecanismo del **modelo del dominio**, que define las relaciones estructurales y un vocabulario controlado que permite **Conocer las necesidades del interesado** de mejor forma y obtener los **requisitos capturados**. Estos últimos se describen en forma declarativa en voz pasiva, a partir de entrevistas, visitas de campo, y términos de referencia.

Los **requisitos capturados** son consolidados en medios físicos o digitales en una **tabla de requisitos**, agrupándolos en ella en funcionales y no funcionales. A partir de la captura hay que **Definir los requisitos del sistema**, mediante el enunciado de **requisitos refinados** los cuales deben ser priorizados y validados por el cliente, con lo que a su vez se puede **Definir el ámbito y alcance del sistema y Definir el ámbito y alcance del sistema**, con lo que se define la propuesta de valor que se pretende entregar bajo las restricciones que plantea el proyecto y con la venia del cliente.

El alcance permite definir los **entregables del proyecto**, costos y los aspectos contractuales, que estructuran la **Propuesta Final del Proyecto**. Para realizar esto de forma racional se realizan estimaciones de acuerdo a los requisitos, a la **definición de componentes a desarrollar, reutilizar o comprar**, y los entregables definidos que es consolidado en **Tabla de Recursos, Esfuerzo y Tiempo**, que permite costear y establecer la duración del proyecto. Para el caso de definiciones académicas además hay que **Formular los objetivos del Proyecto**, mediante la definición de la propuesta de valor como objetivo general, y las fases como los específicos.

Una vez el proyecto entra en curso hay que mantener el control, para ello hay que **Gestionar los cambios en los requisitos**, y mantener la trazabilidad de ellos con los artefactos generados. De igual forma hay que aplicar las estimaciones de esfuerzo recurso y tiempos a los cambios o nuevas incidencias presentadas durante el desarrollo, impactando en la planeación fina del proyecto.

## **Consolidado de tareas, Desarrollo de requisitos**

### **Fase de inicio**

Tabla 4. Consolidado de tareas en el Desarrollo de requisitos

<b>Tarea</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Rol</b>	<b>Artefacto</b>	<b>Artefacto</b>
--------------	-------------------	------------	------------------	------------------

			<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>
<b>Hacer vigilancia tecnológica</b>	Análisis	Analista	Requisitos capturados Requisitos Refinados	Arquitectura
<b>Generar el modelo del Dominio</b>	Requisitos	Analista, Coordinador del proyecto		Modelo del Dominio
<b>Conocer las necesidades del interesado</b>	Requisitos	Analista	Modelo del Dominio	Tabla de Requisitos Requisito Capturado (Estado sentencia pasiva).
<b>{Opcional} Analizar los términos de Referencia</b>	Requisitos	Analista	Términos de Referencia	Requisito Capturado
<b>Definir los requisitos del sistema</b>	Requisitos	Analista	Tabla de Requisitos Requisito Capturado (Estado sentencia pasiva).	Tabla de Requisitos Requisito Capturado (Estado Numerado, revisado, etc.).
<b>Definir el ámbito y alcance del sistema</b>	Requisitos	Analista	Tabla de Requisitos Modelo del Dominio	Propuesta Final del Proyecto Tabla de Requisitos Requisito Refinado (En estado Enunciado - Relacionado a Caso de Uso y Slice) Modelo de Casos de Uso Tabla de

				Recursos, Esfuerzo y Tiempo
<b>Asociar los requisitos a los entregables del proyecto</b>	Requisitos	Analista	Requisito Refinado (En estado Enunciado)	Entregable del Proyecto Tabla de Recursos, Esfuerzo y Tiempo
<b>Validar propuesta final del proyecto</b>	Requisitos	Analista, Comercial, Coordinador del Proyecto	Propuesta Final del Proyecto	
<b>Definir perfil de la arquitectura</b>	Análisis	Analista, Desarrollador, Asegurador de la calidad	Requisitos Refinados	Arquitectura (Estado esbozada)
<b>Identificar los riesgos en la arquitectura</b>	Análisis	Analista, Desarrollador, Asegurador de la calidad	Arquitectura [Borrador] Requisitos capturados	Incidencia (Riesgo) [Identificado] Arquitectura [Borrador] Requisitos Refinados [Enunciados]

### **Consolidado Tareas Desarrollo de requisitos, Fase de inicio**

En la fase de inicio una vez capturados los requisitos hay que **desarrollarlos**, para ello se debe saber que aspectos hay disponibles externamente para facilitar la solución por lo que se realiza una **vigilancia tecnológica** que contribuye a la definición de una **arquitectura (borrador)**; Adicionalmente para el desarrollo de requisitos también se usa como insumo el **modelo del dominio**, acompañado de la **tabla de requisitos** establecen el dominio del problema y **las necesidades del cliente**.

Partiendo de la **tabla de requisitos** capturados se procede a **definir los requisitos del sistema**, los cuales se expresan en **sentencias pasivas** y se agrupan por funcionalidades que le entregan valor al producto y en los que

establecen restricciones del sistema (no funcionales). A partir de los capturados se obtienen los enunciados de los **requisitos refinados** (del sistema) expresados como casos de uso 2.0 con sus rebanadas o con las épicas (en caso de usar en la fase de construcción historias), asociándolos a los **entregables del proyecto**, con lo que se **define el ámbito y alcance del sistema** que limitan el desarrollo.

Finalmente en esta fase también se verifica lo realizado durante la formulación mostrándole los requisitos capturados y refinados, y una vez aceptados e **identificados los riesgos de la arquitectura** se procede a **definir el perfil de la arquitectura** determinando los componentes de la solución, su interconexión y los aspectos relacionados con los componentes. Al final de la iteración se **valida la propuesta final del proyecto** con el representante del cliente.

### Fase de construcción y puesta a punto

Tabla 5. Consolidado Tareas Desarrollo de requisitos, Fase de construcción y puesta a punto.

Actividad	Disciplina	Rol	Artefacto Entrada	Artefacto Salida
<b>Preparar la iteración con el cliente</b>	Gestión del Proyecto	Todos		Plan de la iteración [Borrador] Pila del Producto [Actualizada] Plan del Proyecto [Actualizada]
<b>Planeación fina de la iteración</b>	Gestión del Proyecto	Todos, excepto el cliente		Sprint Backlog[Detallado]
<b>Analizar escenario de uso del sistema</b>	Análisis		Requisito refinado	Requisito Refinado [Detallado]

<b>Definir pruebas a nivel de acciones del sistema</b>	Análisis		Requisito Refinado	Caso de Prueba
<b>Detallar análisis de Hardware / Funcionalidad</b>	Análisis		Arquitectura [Esbozada]	Arquitectura [Detallada al análisis]

En las etapas de construcción y puesta a punto se hace necesario **preparar la iteración con el cliente** mediante reuniones de refinamiento de forma frecuente (el sprint es corto), para **revisar los requisitos refinados**, sus **criterios de aceptación** ejemplificados por las pruebas de caja negra y preparados por los de caja blanca, garantizando el cumplimiento sentencias pasivas que representan a los requisitos capturados o aspectos contractuales. Todo esto se realiza con herramientas que faciliten el trabajo y entendimiento como hojas de cálculo, memos, o algo más avanzado como una herramienta AML.

Con este insumo se realiza la **Planeación fina de la iteración**, por medio de un **Sprint Backlog** en donde se desglosa los requisitos en incidencias, definiendo las tareas a realizar. Luego durante la interacción se **analiza el escenario de uso del sistema** en donde se toma el **requisito refinado** y se detalla en la herramienta AML, hoja de cálculo o con tableros y memos, aquí además se definen las restricciones del requisito, los rangos permitidos, los tiempos de respuesta, etc.

Así mismo se desarrollan las **pruebas a nivel de acciones del sistema**, partiendo de los **requisitos refinados** se generan los **casos de prueba** del sistema, con lo que se procede a realizar el resto de labores de ingeniería analizando, diseñando implementado y probando el componente que hará parte de la **arquitectura o en general de la solución**, guiados por el requisito refinado.

## **ANEXO F. ARCHIVO DIGITAL DEL PROCESO EN EPF COMPOSER**

El resultado de este proyecto fue representado en el compositor de procesos EPF Composer, el cual es adjuntado como un archivo diferente al momento de ser entregado este proyecto.